grkg
Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Akademia Libroservo/IfK
Kleinenberger Weg 16B
D-33100 Paderborn

Büchersendung

Institut für Kybernetik Paderborn
Kleinenberger Weg 16 b
DE-33100 Paderborn

Die Humankybernetik (Anthropokybernetik) umfaßt alle jene Wissenschaftszweige, welche nach dem Vorbild der neuzeitlichen Naturwissenschaft versuchen, Gegenstände, die bisher ausschließlich mit geisteswissenschaftlichen Methoden bearbeitet wurden, auf Modelle abzubilden und mathematisch zu analysieren. Zu den Zweigen der Humankybernetik gehören vor allem die Informationspsychologie (einschließlich der Kognitionsforschung, der Theorie über „künstliche Intelligenz" und der modellierenden Psychopathometrie und Geriatrie), die Informationsästhetik und die kybernetische Pädagogik, aber auch die Sprachkybernetik (einschließlich der Textstatistik, der mathematischen Linguistik und der konstruktiven Interlinguistik) sowie die Wirtschafts-, Sozial- und Rechtskybernetik. - Neben diesem ihrem hauptsächtlichen Themenbereich pflegen die GrKG/Humankybernetik durch gelegentliche Übersichtsbeiträge und interdisziplinär interessierende Originalarbeiten auch die drei anderen Bereiche der kybernetischen Wissenschaft: die Biokybernetik, die Ingenieurkybernetik und die Allgemeine Kybernetik (Strukturtheorie informationeller Gegenstände). Nicht zuletzt wird auch metakybernetische n Themen Raum gegeben: nicht nur der Philosophie und Geschichte der Kybernetik, sondern auch der auf kybernetische Inhalte bezogenen Pädagogik und Literaturwissenschaft. -

La prihoma kibernetiko (antropokibernetiko) inkluzivas ĉiujn tiajn sciencobranĉojn, kiuj imitante la novepokan natursciencon, klopodas bildigi per modeloj kaj analizi matematike objektojn ĝis nun pritraktitajn ekskluzive per kulturscienca metodoj. Apartenas al la branĉaro de la antropokibernetiko ĉefe la kibernetika psikologio (inkluzive la ekkon-esploron, la teoriojn pri „artefarita intelekto" kaj la modeligajn psikopatometrion kaj geriatrion), la kibernetika estetiko kaj la kibernetika pedagogio, sed ankaŭ la lingvokibernetiko (inkluzive la tekststatistikon, la matematikan lingvistikon kaj la konstruan interlingvistikon) same kiel la kibernetika ekonomio, la socikibernetiko kaj la jurkibernetiko. - Krom tiu ĉi sia ĉefa temaro per superrigardaj artikoloj kaj interfake interesigaj originalaj laboraĵoj GrKG/HUMANKYBERNETIK flegas okaze ankaŭ la tri aliajn kampojn de la kibernetika scienco: la biokibernetikon, la inĝenierkibernetikon kaj la ĝeneralan kibernetikon (strukturteorion de informecaj objektoj). Ne lastavice trovas lokon ankaŭ metakibernetikaj temoj: ne nur la filozofio kaj historio de la kibernetiko, sed ankaŭ la pedagogio kaj literaturscienco de kibernetikaj sciaĵoj. -

Cybernetics of Social Systems comprises all those branches of science which apply mathematical models and methods of analysis to matters which had previously been the exclusive domain of the humanities. Above all this includes *information psychology* (including theories of cognition and 'artificial intelligence' as well as psychopathometrics and geriatrics), *aesthetics of information* and *cybernetic educational theory*, *cybernetic linguistics* (including text-statistics, mathematical linguistics and constructive interlinguistics) as well as *economic*, *social* and *juridical cybernetics*. - In addition to its principal areas of interest, the GrKG/HUMANKYBERNETIK offers a forum for the publication of articles of a general nature in three other fields: *biocybernetics*, *cybernetic engineering* and *general cybernetics* (theory of informational structure). There is also room for *metacybernetic* subjects: not just the history and philosophy of cybernetics but also cybernetic approaches to education and literature are welcome.

La cybernétique sociale contient tous le branches scientifiques, qui cherchent à imiter les sciences naturelles modernes en projetant sur des modèles et en analysant de manière mathématique des objets, qui étaient traités auparavant exclusivement par des méthodes des sciences culturelles („idéographiques"). Parmi les branches de la cybernétique sociale il y a en premier lieu la psychologie informationelle (inclues la recherche de la cognition, les théories de l'intélligence artificielle et la psychopathométrie et gériatrie modeliste), l'esthétique informationelle et la pédagogie cybernétique, mais aussi la cybernétique linguistique (inclues la statistique de textes, la linguistique mathématique et l'interlinguistique constructive) ainsi que la cybernétique en économie, sociologie et jurisprudence. En plus de ces principaux centres d'intérêt la revue GrKG/HUMANKYBERNETIK s'occupe - par quelques articles de synthèse et des travaux originaux d'intérêt interdisciplinaire - également des trois autres champs de la science cybernétique: la biocybernétique, la cybernétique de l'ingenieur et la cybernétique générale (théorie des structures des objets informationels). Une place est également accordée aux sujets métacybernétiques mineurs: la philosophie et l'histoire de la cybernétique mais aussi la pédagogie dans la mesure où elle concernent la cybernétique.

ISSN 0723-4899



Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Internationale Zeitschrift für Modellierung und Mathematisierung in den Humanwissenschaften

Internacia Revuo por Modeligo kaj Matematikizo en la Homsciencoj

International Review for Modelling and Application of Mathematics in Humanities

Revue internationale pour l'application des modèles et de la mathématique en sciences humaines

Rivista internazionale per la modellizzazione matematica delle scienze umane

grkg

HUMANKYBERNETIK

Inhalt * Enhavo * Contents * Sommaire * Indice

Band 48 * Heft 4* Dez. 2007



Akademia Libroservo

Die GRUNDLAGENSTUDIEN AUS KYBERNETIK UND GEISTESWISSENSCHAFT

(grkg/Humankybernetik) wurden 1960 durch Max BENSE, Gerhard EICHHORN und Helmar FRANK begründet. Sie publizieren regelmäßig die offiziellen Mitteilungen folgender wissenschaftlicher Einrichtungen:

TAKIS - Tutmonda Asocio pri Kibernetiko, Informadiko kaj Sistemiko (prezidanto: OProf.Dr.habil. Eva Poláková, Nitra, SK)

AKADEMIO INTERNACIA DE LA SCIENCOJ (AIS) San Marino (prezidanto: OProf. Fabrizio Pennacchietti, Torino; viceprezidanto: OProf.Carlo Minnaja, Padova)

Gesellschaft für sprachgrenzübergreifende europäische Verständigung (Europaklub) e. V. (Präsident: Oliver Kellog, Nersingen)

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Internationale Zeitschrift für Modellierung und Mathematisierung in den Humanwissenschaften
Internacia Revuo por Modeligo kaj Matematikizo en la Homsciencoj
International Review for Modelling and Application of Mathematics in Humanities
Revue internationale pour l'application des modèles et de la mathématique en sciences humaines
Rivista internazionale per la modellizzazione matematica delle scienze umane



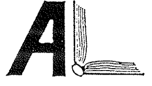
Inhalt * Enhavo * Contents * Sommaire * Indice

Band 48 * Heft 4* Dez. 2007



Akademia Libroservo

Verlag und Anzeigen-verwaltung	**Eldonejo kaj anonc-administrejo**	**Publisher and advertisement administrator**	**Edition et administration des annonces**



Akademia Libroservo /
IfK GmbH – Berlin & Paderborn
Gesamtherstellung: **IfK GmbH**
Verlagsabteilung: Kleinenberger Weg 16 B, D-33100 Paderborn,
Telefon (0049-/0-)5251-64200 Telefax: -163533
http://grkg.126.com/

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich (März, Juni, September, Dezember). Redaktionsschluß: 1. des vorigen Monats. - Die Bezugsdauer verlängert sich jeweils um ein Jahr, wenn bis zum 1. Dezember keine Abbestellung vorliegt. - Die Zusendung von Manuskripten (gemäß den Richtlinien auf der dritten Umschlagseite) wird an die Schriftleitung erbeten, Bestellungen und Anzeigenaufträge an den Verlag. - Z. Zt. gültige Anzeigenpreisliste auf Anforderung.

La revuo aperadas kvaronjare (marte, junie, septembre, decembre). Redakcia limdato: la 1-a de la antaŭa monato. - La abondaŭro plilongiĝas je unu jaro se ne alvenas malmendo ĝis la unua de decembro. - Bv. sendi manuskriptojn (laŭ la direktivoj sur la tria kovrilpaĝo) al la redakcio, mendojn kaj anoncojn al la eldonejo. - Momente valida anoncprezlisto estas laŭpete sendota.

This journal appears quarterly (every March, Juni, September and December). Editoial deadline is the 1st of the previous month. - The subscription is extended automatically for another year unless cancelled by the 1st of December. - Please send your manuscripts (fulfilling the conditions set our on the third cover page) to the editorial board, subscription orders and advertisements to the publisher. - Current prices for advertisements at request.

La revue est trimestrielle (parution en mars, juin, septembre et décembre). Date limite de la rédaction: le 1er du mois précédent. L'abonnement se prolonge chaque fois d'un an quand une lettre d'annulation n'est pas arrivée le 1er décembre au plus tard. - Veuillez envoyer, s.v.p., vos manuscrits (suivant les indications de l'avant-dernière page) à l'adresse de la rédaction, les abonnements et les demandes d'annonces à celle de l'édition. - Le tarif des annonces en vigueur est envoyé à la demande.

Bezugspreis: Einzelheft 10,-- EUR; Jahresabonnement: 40,-- EUR plus Versandkosten.

Druck: Druckerei Reike GmbH, D-33106 Paderborn

grkg / Humankybernetik
Band 48 · Heft 4 (2007)
Akademia Libroservo / IfK

Eine anschauliche Darstellung des Quanten-Bit

Von Horst VÖLZ, Technische Universität Berlin (D)

Vorbemerkungen

Die Gesetze der Quantenphysik widersprechen unseren alltäglichen Erfahrungen und sind deshalb äußerst unanschaulich. Dennoch gilt die Quantentheorie als die am besten betätigte Theorie der Physik. U.a ist sie für die Beschreibung und Weiterentwicklung der Mikrolektronik, des Lasers, des Magnetismus und der Supraleitung unentbehrlich. Besonders unanschaulich ist es, dass die Quantengesetze nur Wahrscheinlichkeiten für künftige Zustände angeben. Zudem liegen alle möglichen Zustände gleichzeitig vor und nur bei einem Experiment bzw. durch die Wirklichkeit wird dann jeweils einer zufällig ausgewählt. Dadurch ist die Zukunft eigentlich ungewiss. Im Wesentlichen gilt das jedoch nur im Mikrokosmos. Wir leben dagegen in weitaus größeren Räumen (Makrokosmos). Hierbei tritt so etwas wie eine Mittelwertbildung über eine riesige Anzahl von Elementarzuständen auf. Daher sind wir es gewohnt, dass sich unsere Welt deterministisch – intuitiv sprechen wir von kausal – zu verhalten scheint. Wir glauben daher, dass wenn Etwas geschieht, was wir uns nicht erklären können, wir nur einen Fachmann nach der Ursache zu fragen brauchen. Von ihm erwarten wir dann eine Erklärung. Wenn uns diese einleuchtet sind wir zufrieden und meinen, dass das Geschehen doch vorhersehbar war und uns nur das Fachwissen fehlte. Doch wie diese Kausalität – aber nicht Gesetzmäßigkeit – auch falsch funktionieren kann zeigt eine authentische Anekdote:

> *Dem Physiker und Meteorologen HEINRICH WILHELM DOVE (1803 – 1879) wurde nach einem öffentlichen Vortrag die Frage gestellt: „Woher kommt es, das wir in den Straßen von Berlin im Winter immer fünf Grad Kälte mehr haben wie auf dem Felde". Er wollte keinen Streit mit dem Unwissenden und ihm mühevoll darüber aufklären, dass es umgekehrt sei. Also sagte er: „Weil die Menschen in den Häusern heizen, flüchtet die Kälte ins Freie".*

Quantenzustände als QuBit

Ein quantenphysikalisches System besitzt immer mehrere, eindeutig unterscheidbare Zustände. Vereinfachend sollen hier zunächst nur Systeme mit zwei möglichen Zuständen betrachtet werden. Im klassisch physikalischen Fall könnten ihnen dann die logischen (binären) Werte 0 bzw. 1 zugeordnet werden. Ein solches System könnte dann genau ein informationstheoretisches Bit speichern. Im Gegensatz dazu hat 1958 hat PAUL ADRIEN MAURICE DIRAC (1902 – 1984) eine quantenphysikalische, abstrakte Schreibweise eingeführt. Dabei wird auch die Matrizendarstellung von WERNER HEISENBERG (1901 – 1976) berücksichtigt. Ausgangspunkt ist ein komplexer Wert ξ ($a+bi$ mit $i = \sqrt{-1}$). Bei der erforderlichen Matrix werden für eine Zeile das Symbole $\langle \xi |$ (gesprochen bra) und für die Spalte $| \xi \rangle$ (gesprochen ket) eingeführt. Für den Betrag der Matrix gilt dann $\langle \xi | \xi \rangle$ (gesprochen bra-ket, (englisch Klammer). Diese Schreibweise

kann auch auf die zur Matrizengleichung äquivalente quantenmechanische Wellenfunktion Ψ der Wellengleichung von ERWIN SCHRÖDINGER (1887 – 1961) angewendet werden. Für zwei Lösungen (Zustände) A und B dieser Schrödinger-Gleichung ist dann $\langle A|B\rangle$ ihr Skalarprodukt. In **Tabelle 1** sind hierzu drei Beispiele mit zwei Quantenzuständen zusammengestellt. Am anschaulichsten dürfte dabei die *Polarisation von Licht* sein. Das elektrische Feld der zum einzelnen Photon gehörenden elektromagnetischen Welle kann horizontal oder vertikal ausgerichtet sein. Ähnliches gilt für den *Spin eines Elektrons*. Anschaulich betrachtet, kann es sich links (up) oder rechts (down) herum drehen. Dieser Spin wurde erstmalig 1988 bei den GMR-Wiedergabe-Elementen (**g**iant **m**agnetic **r**esistive) der Festplatten genutzt. Inzwischen ist dazu das Gebiet der Spin-Elektronik mit etlichen Anwendungen entstanden. *Atomare Systeme* haben viele Zustände, binär vereinfacht lassen sich jedoch der Grundzustand und ein angeregter Zustand unterscheiden.

Tabelle 1. Drei Beispiele für binäre Quantenzustände und ihre Zuordnung zur abstrakten Beschreibung. Die Polarisation bezieht sich immer auf irgendeine Achse, die senkrecht zur Ausbreitungsrichtung steht. In der untersten Zeile sind experimentelle Nachweismethoden genannt.

Abstraktes System	**Elektronenspin**	**Photon-Polarisation**	**Atomares System**
$\|0\rangle$	up $\|\uparrow\rangle$	horizontal $\|\leftrightarrow\rangle$	Grundzustand
$\|1\rangle$	down $\|\downarrow\rangle$	vertikal $\|\updownarrow\rangle$	angeregter Zustand
Standardbeschreibung	Stern-Gerlach-Versuch	Polarisator	Energie

Es sei nun angenommen, dass ein solches System gegenüber allen Einwirkungen von der Außenwelt abgeschirmt sei. Es darf also auch keine Messung erfolgen. Im Gegensatz zum klassischen System liegt dann nicht einer der beiden Quantzustände als Entweder-Oder vor, sondern vielmehr eine gleichzeitige Überlagerung beider Zustände vor:

$$\Psi = c_1 \cdot |A\rangle + c_2 \cdot |B\rangle \text{ mit } c_1^2 + c_2^2 = 1. \qquad (1)$$

Darin sind c_1 und c_2 beliebige Konstanten. Entsprechend der Produktsumme existieren also gleichzeitig unendlich viele Quantenzustände. A und B können auch im Sinne der beiden klassischen Bit-Zustände Bit = {0, 1} geschrieben werden. Dann gilt für ein völlig von der Umwelt isoliertes Quantensystem

$$\text{QuBit} = \{c_1|0\rangle + c_2|1\rangle\}.$$

Dies kann durch eine ***Kreisoberfläche*** mit dem Radius 1 veranschaulicht werden. Am oberen „Nordpol“ befindet sich dann die 1 und am unteren „Südpol“ die 0. Bei der Messung muss hiervon etwas auf ein Makrosystem mit größerer Energie übertragen werden.

Dabei wird per Zufall nur ein einziger Punkt dieser Oberfläche ausgewählt. Zu ihm gehört ein Wert x mit den Werten c_{1m} und c_{2m}:

$$x = c_{1m} \cdot 0 + c_{2m} \cdot 1 .$$

Er liegt formal im abgeschlossenen Intervall [-1 ... ±0 ... 1]. Durch diese Übertragung wird jedoch der vielfache Zustand des Quantensystems von Gleichung (1) zerstört. Er geht durch die Messung unwiederbringlich verloren. Soll der Wert von x auf ein klassisches Bit-System mit nur 0 ***oder*** 1 übertragen werden, so fällt die Entscheidung über das betragsmäßig größere c_{1m} und c_{2m}. Welcher Zustand dabei erscheint, ist infolge des x ebenfalls zufällig. Diesen Zusammenhang versuchte SCHRÖDINGER mit seiner berühmten Katze zu veranschaulichen. Sie lebt in einen nicht einsehbaren Käfig, indem sich auch ein tödliches Gift befindet. Solange der „quantenphysikalische" Käfig nicht geöffnet ist, kann sie sowohl tot als auch lebendig und nicht wie es die langläufige Anschauung lehrt, entweder oder. Die Entscheidung darüber fällt erst beim Öffnen des Käfigs. Infolge der Zerstörung des ursprünglichen Quantenzustandes bei der Messung (Wiedergabe) ergibt sich für die Speicherung ein schwerwiegender Nachteil. Für Quantenzustände ist ***kein Backup*** möglich. Dies wird oft so ausgedrückt, dass Quantenzustände nicht zu klonen sind. Außerdem sind QuBits daher sehr fest an einen Ort gebunden. Die Überlagerung in Formel (1) wird durch das ***Superpositionsprinzip***[1] beschrieben. Bezüglich dieser Möglichkeit wird auch von ***verschränkten***[2] Zuständen gesprochen. Dies gilt jedoch nur solange, wie das System von allen Umwelteinflüssen hinreichend entkoppelt ist. Durch Umwelteinflüsse wird diese Zustandsvielfalt nämlich aufgehoben. Dafür wird dann der Ausdruck ***Dekohärenz*** benutzt. Dies erfolgt insbesondere bei einer Messung. Dem System muss hierzu nämlich Quantenenergie entnommen und so verstärkt werden, dass sie anschließend auf ein Makrosystem übertragen werden kann. Das Makrosystem kann dabei aber von den vielen möglichen Quantenzuständen nur einen einzigen und eindeutigen Wert annehmen: Diese Auswahl erfolgt jedoch per Zufall. Es wird also ein Zustand gemessen, für den nicht vorhersagbare, feste Werte $c_{1,m}$ und $c_{2,m}$ zufällig ausgewählt werden. Notwendigerweise wird bei diesem Prozess auch der vorher vorhandene Quantenzustand Ψ (s. obige Gleichung) zerstört. Eine Messung an einem Quantensystem entspricht folglich einer zerstörenden Wiedergabe. Sie liefert zudem nicht deterministisch eindeutige, sondern nur statistisch bedingte Werte. Dies ist letztlich auch die tiefere Ursache der Heisenbergsche Unschärferelation.

---

[1] Das Superpositionsprinzip wurde erstmalig 1932 von JOHN VON NEUMANN (1903 – 1957) in seinem Buch „Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik" beschrieben.

[2] Allgemein wird ***Verschränkung*** (englisch entanglement) für ***zwei*** oder mehr Quantensysteme benutzt, die miteinander in enger Wechselwirkung stehen. Sie können dann für mehrere QuBits genutzt werden. Sind zwei Partikel, z.B. Photonen, miteinander verschränkt, so betrifft die Änderung des einen auch sofort das andere. Dabei können sie inzwischen beliebig weit voneinander entfernt sein. Das wird durch den Begriff ***Nichtlokalität*** der Quantentheorie ausgedrückt. Ein klassisches Analogon dazu sind ein Paar Handschuhe. Steckt man morgens irgendeinen in die Tasche, so ist der andere zuhause geblieben. Das gilt auch dann, wenn man erst mittags den mitgenommenen betrachtet.

Ein anschauliches Modell

Bereits vor dem Beginn der Filmtechnik gab es das sogenannte Traumaskop (Völz 2005). Vor einigen Jahren wurde es noch als Kinderspielzeug benutzt. Es besteht aus einem ca. 10 cm langen dünnen Faden, in dessen Mitte eine runde Pappscheibe von etwa 3 cm Durchmesser aufgeklebt ist. Ihre beiden Seiten werden mit unterschiedlichen Bildern versehen. In **Bild 1** sind jedoch bewusst zwei sich ergänzende Bildteile gewählt. Auf der Vorderseite sieht man den Esel mit einer Reiterin, auf der der Rückseite den Eseltreiber. Der Faden wird nun zwischen Daumen und Zeigefinger angefasst, und zwar rechts mit der rechten und links mit der linken Hand. Dann ist es ein leichtes, durch Bewegen der Finger die Scheibe in Rotation zu versetzen. Erfolgt dies hinreichend schnell, so ist das Auge zu träge, um die Bilder einzeln zu sehen. Sie fügen sich scheinbar zu einem ganzen Bild zusammen.

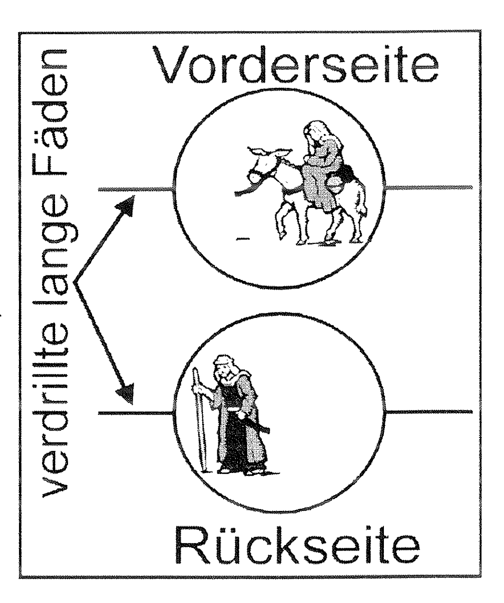


Bild 1. Ein einfaches Beispiel für ein Traumaskop.

Dieses Prinzip wir jetzt zur Beschreibung des QuBit ein wenig abgeändert (s. **Bild 2**). Auf die Vorder- und Rückseite kann jetzt per Zufall eine Belegung mit der Ziffern 0 oder der 1 erfolgen. Dabei können unterschiedliche Schriftfonts und Größen verwendet werden. Die Rückseite der Pappscheibe erhält zusätzlich einen schwarzen Rand. Auf beide Seiten bezogen sind so die vier Varianten möglich (Bild 2a):

$$AB = \{11, 12, 21, 22\}.$$

Um die richtige Belegungsvariante zu finden, müssen wir im klassisch informationstheoretischen Fall zwei Bit aufwenden. Zunächst stellen wir die Ziffer auf der Vorderseite fest. Dann drehen wir die Scheibe um und können die Rückseite betrachten (vgl. Bild 2c).

Doch jetzt lassen wir unser Traumaskop schnell rotieren. Dann überlagern sich die beiden Seiten und wir sehen mit einem Blick beide Belegungen, so ähnlich wie es im Bild 2d gezeigt ist. Ins Quantentheoretische übertragen hieße das, es sind gleichzeitig zwei „Zustände" sichtbar. Dieser Fall entspricht dem Korrespondensprinzip von NILS BOHR (1885 – 1962) mit einer Betrachtungszeit $\Delta t \to \infty$, oder die zumindest lang gegenüber der Umdrehungszahl des Traumaskopes ist. Doch was geschieht nun, wenn ich Blitzlichtaufnahmen vom rotierenden Traumaskop anfertige? Dann erhalte „zufällige" Aufnahmen, welche die Scheibe in beliebigen Lagen zeigen. Wenn sie z.B. gerade senkrecht gestanden hat, erscheint sie nur als Strich, andernfalls in Schräglagen. Dies liegt schon recht nahe bei den unendlich vielen Zuständen der obigen Gleichung (1) mit verschiedenen c_1 und c_2. Doch um sie genauer zu erhalten, werde die Blitzlänge so gewählt,

dass sie zufällig bei irgendeinem kleinem bis mittlerem Bruchteil der Drehzahl liegt. Dann können sich nämlich auf der Photographie die beiden Seiten auch teilweise überlagern.

Bis jetzt wurde das Traumaskop im Vergleich zu quantentheoretischen Gebilden sehr groß gewählt. Um zu echten quantenphysikalischen Aussagen zu kommen, muss nur noch im Sinne des Korrespondenzmodells gedanklich der Übergang zu mikrophysikalischen Abmessungen durchgeführt werden (Bild 2e). Das Traumaskop soll dazu eine sehr kleine Masse besitzen, etwa die eines Elektrons. Seine Rotation soll dem Spin entsprechen. Dann gehorcht es genau der Formel (1) und folglich zerstört jede Messung oder jeder Kontakt mit der Umwelt diese Superposition.

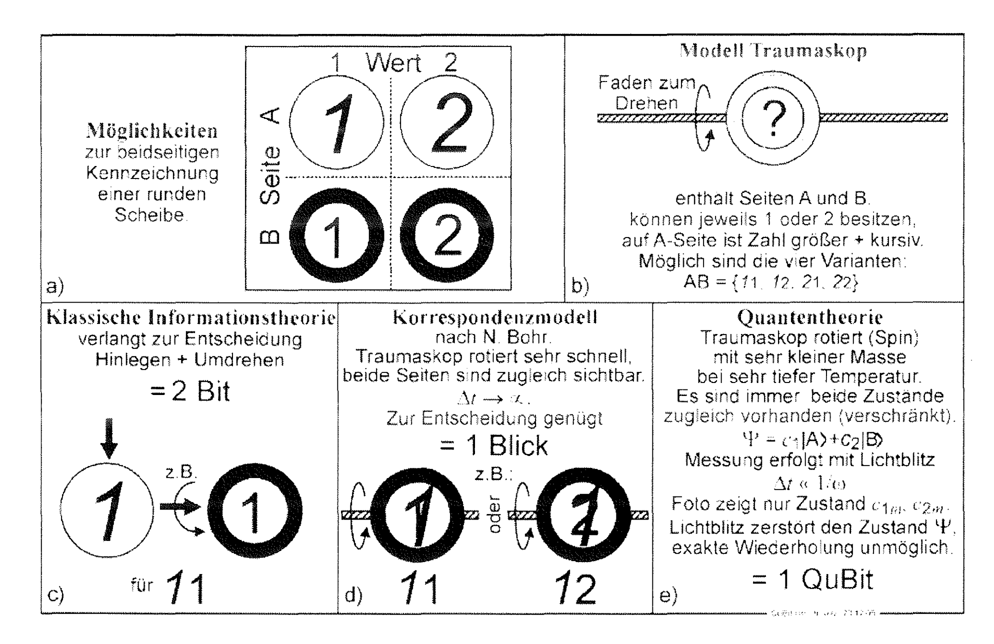


Bild 2. Die Nutzung eines vor der Filmtechnik gebräuchlichen Traumaskops (a) zur anschaulichen Erklärung des Qubits.

Anwendung von QuBits

Um mit QuBits zu arbeiten, sind mehrere QuBits quantenphysikalisch zu einem von der Umwelt isoliertem Quanten-Register zusammenzufassen. Diese QuBits sind dann miteinander verschränkt. Erst wenn diese quantenphysikalischen Speicherung zuverlässig gelungen ist, dann können quantenphysikalische Gesetze angewendet, so dass ein *Quanten-Computer* entsteht. Sein großer Vorteil besteht darin, dass nicht nur alle möglichen Zustände der QuBit gleichzeitig vorliegen, sondern dass zusätzlich auch die Rechnungen hoch parallel erfolgen. Hieraus folgt u.a. die Möglichkeit, die langen und

komplizierten Rechnungen der Kryptographie zu unterlaufen. Alle jetzigen Krypto-Verfahren würden so unsicher. Bereits für die klassische Speicherung ist es ganz wichtig, eine hinreichend gute Fehlerkorrektur gegenüber Störungen zu besitzen. Noch mehr gilt dies für Quantenspeicher. Es ist aber z.Z. ist noch unklar, ob so etwas auch bei der Quantenspeicherung und -Rechnung möglich ist. Doch z.Z. ist es wesentlich grundlegender ist, hinreichend viele QuBit als Quantenregister technisch zuverlässig zu realisieren. Hierzu sollen noch einige Beispiele kurz erwähnt werden.

Klassische Informationsspeicher werden vorwiegend zur langfristigen Aufbewahrung wichtiger Informationen benutzt. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass hierfür Quantenspeicher jemals eine Konkurrenz werden könnten. Denn während der ***Speicherzeit*** müssen die QuBits ständig vollständig von der Umwelt isoliert sein. Dabei wirkt sich sogar thermisches Rauschen äußerst störend aus. Deshalb müssen Quantenspeicher auf extrem tiefe Temperaturen abgekühlt werden, und bekanntlich scheiterten bisher bereits mehrfach alle Versuche zur klassischen Tieftemperatur-Speicherung (z.B. Kryotrons).

Zusätzlich können kosmische und radioaktive Strahlung sowie spontane Emission von Photonen und spontaner Zerfall von Atomen diese Zeit verkürzen. Näherungsweise gilt etwa, je größer die Masse des Objekts (z.B. Quanten-Register) ist, desto kürzer ist die Dekohärenzzeit. Die Superposition zweier Zustände mit 1 g Masse und 1 cm Abstand ist bereits nach 10^{-23}s zerstört. Die typischen Dekohärenzzeiten hängen erheblich vom verwendeten Quantensystem ab. Die größtmöglichen Werte wurden bisher nur beim gut „abgeschirmten" Kernspin erreicht. Für Quantencomputer müssen diese Zeiten außerdem noch lang gegenüber den „Schaltzeiten" der Quantengatter sein.

Einige Werte zeigt **Tabelle 2**. Die typischen ***Abmessungen*** der QuBits liegen im nm-Bereich. Sie sind folglich sehr klein und ermöglichen theoretisch eine sehr hohe ***Speicherdichte***. Prinzipiell würde sich dadurch eine sehr große ***Speicherkapazität*** ergeben. Doch bisher ist es bestenfalls gelungen, hundert QuBits zu verschränken. Doch bei diesen und weiteren Aussagen ist zu beachten, dass sich Quanten-Speicher und -Computer ganz am Anfang einer noch weitgehend offenen Entwicklung befinden. Es sind also immer noch völlig unerwartete Lösungen möglich. Im Folgenden sollen nun einige konkrete Beispiele kurz beschrieben werden. Weitere Details enthält u.a. (Völz 2007).

System	$t_{Dekohärenz}$	t_{Gatter}	Verhältnis
Ionenfallen	10^{-4} s	10^{-17} s	10^{13}
Kernspin	10 s	10^{-6} s	10^{7}
Quantenpunkte	10^{-6} s	10^{-9} s	10^{3}

Tabelle 2. Beispiele für typische Zeiten ausgewählter Basiselemente von Quantencomputern. Es scheint die Polarisation von Licht zu fehlen. Bisher ist die Lichtspeicherung jedoch nur indirekt möglich. Ferner fehlen Josephson-Kontakte und Bose-Einstein-Kondensate Hierzu wurden keine Daten gefunden. Außerdem ist zu beachten, dass sehr tiefe Temperaturen notwendig sind und von ihrer Größe die Zahlenwerte erheblich abhängen.

Quantenpunkte (= quantum dots = Quanten-Fallen) schlugen 1998 DANIEL LOSS und DAVID DIVINCENZO vor. Hierzu werden in einem Halbleiterkristall definierte „Fehlstellen" mit einem Volumen von wenigen nm^3 eingebaut. Ihre Herstellung kann atomweise mit dem Rasterkraftmikroskop erfolgen. Die einzelnen Elektronen sind in ihnen

als QuBits in der Bewegungsfreiheit stark eingeschränkt. Sie werden an den „Wänden" reflektiert. Ihre Anregung erfolgt u.a. mit Lichtblitzen von 100 fs. Als „Wiedergabesignal" senden sie genau definierte Photonen aus. Leider sind Quantenpunkte immer etwas mit dem sie umgebenden Kristallgitter verkoppelt, was ihre Dekohärenzzeit deutlich verkürzt.

Die Nutzung des **Kernspins** (NMR = **n**uclear **m**agnetic **r**esonance = Kernmagnetische Resonanz) für QuBits begann 1997 durch D. CORY, N. GERSCHENFELD und I. CHUANG. Hierbei werden ausgewählte Atome in komplexen Molekülen benutzt. Ihre Kernspins können als QuBits durch ein externes Magnetfeld parallel oder antiparallel ausgerichtet werden. Die Moleküle bilden aus ihnen das Quantenregister. Daher müssen alle QuBits in einem Molekül untergebracht werden. Auf diese Weise wurde 1999 erste 5-QuBit-Computer mit dem Molekül BOC $^{13}C_2$-^{15}N-$^{2}D_2$- Glycerin-Fluorid realisiert. Hiebei wurde auch erstmalig der 1994 von PETER SHOR entwickelte Algorithmus zur Primzahlzerlegung benutzt (Zahl 15). Es ist bisher das einzige Prinzip, das bei Zimmertemperatur funktioniert. Leider ist jedoch die Speicherdichte sehr gering, denn es müssen immer gleichzeitig sehr viele Moleküle benutzt werden (etwa 10^{18}) benutzt werden.

Josephson-Kontakte für QuBits wurde 1997 von SHNIRMAN u.a. vorgeschlagen. Sie Sie funktionieren nur bei Supraleitung (Cooper-Paare), also sehr tiefen Temperaturen (in der Nähe des absoluten Nullpunkts ca. -276 C).

Das **Bose-Einstein-Kondensat** (BEK englisch BEC) wurde bereits in den 20er Jahren von ALBERT EINSTEIN (1879 – 1955) und SATYENDRA NATH BOSE (1894 – 1974) vorhergesagt. Es wurde jedoch erstmals 1995 von WOLFGANG KETTERLE (*1957) und anderen bei einer Temperatur von wenigen μK mit Rubidium-Atomen realisiert. Seine Nutzung für QuBits wurde 1995 von IGNACIO CIRAC und PETER ZOLLER 1995 vorgeschlagen. Hierbei werden viele Bosonen[3] auf engstem Raum so zusammengedrängt, dass sie alle den gleichen Grundzustand annehmen. Dies bedeutet, ihre Gesamtheit verhält sich wie ein einziges Molekül. Sie sind daher viel größer als Atome oder Elektronen und lassen sich so besser nutzen. Ein BEK wird u.a. durch ein Lichtgitter (MOT = **m**agneto **o**ptical **t**rap = magneto-optische Falle) zusammengehalten, dass durch Interferenz von 6 Laserstrahlen entsteht. Dennoch sind auch hier extrem tiefe Temperaturen notwendig. Verwandt hiermit sind auch Ionenfallen.

Eingegangen 2007-08-28

Anschrift des Verfassers: Prof.Dr.habil. Horst Völz, Koppenstr. 59, D-10243 Berlin
voelz@zedat.fu-berlin.de

[3] Bosonen sind Elementarteilchen mit keinem oder ganzzahligem Spin. Sie sind nach BOSE benannt. Elementarteilchen mit halbzahligem Spin (Elektron, Proton und Neutron) sind Fermionen, benannt nach ENRICO FERMI (1901 – 1954).

Schrifttum:

Bruß, D. (2003): *Quanteninformation.* Fischer, Frankfurt

Völz, H. (2005): *Handbuch der Speicherung von Information* Bd. 2 *Technik und Geschichte vorelektronischer Medien.* Shaker Verlag Aachen

Völz, H. (2007): *Wissen - Erkennen - Information. Datenspeicher von der Steinzeit bis ins 21. Jahrhundert.* CD der Digitalen Bibliothek, Bd. 159, Berlin

Eine anschauliche Darstellung des Quanten-Bit (Knapptet)

1995 hat BENJAMIN W. SCHUMACHER den Begriff ***QuBit*** [4] (**Qu**antenphysikalisches **Bit**) geprägt. Die Bezeichnung hat sich fest etabliert, ist jedoch noch immer uneinheitlich, u.a. sind auch qbit, QBit und Qubit gebräuchlich. Hier wird der Versuch unternommen, das QuBit möglichst anschaulich – auch im Vergleich zum üblichen informationstheoretischen Bit – zu erklären. Ferner wird ein kurzer Abriss zu den aktuellen Möglichkeiten von QuBit-Speichern und -Rechnern gegeben.

Ilustriva prezento de kvantuma bito (Resumo)

En la jaro 1995 lanĉis Benjamin W. Schumacher la nocion ***QuBit*** [5] (kvantumfizika bito). La priskribo firme enradikiĝis, tamen ĝi ankoraŭ ne estas unueca, i.a. oni uzas ankaŭ mallongigojn qbit, QBit und Qubit. Ĉi tie oni klopodas klarigi la QuBit plej eble ilustrive – ankaŭ kompare kun la kutima informaci-teoria bito. Krome oni prezentas mallongan skizon de la aktualaj eblecoj de storado kaj kalkulado de QuBit.

The Illustrative of Quantum Bit (Summary)

In 1995, Benjamin W. Schumacher coined the notion ***QuBit*** (quantum physical bit). The expression firmly established, thus it is still unstandardized, also qbit QBit and Qubit are u.o. used. We make by this an attempt to explain the QuBit in the most possibly descriptive way, also in comparison with the usual information-theoretical Bit. Furthermore, we present a short epitome of actual possibilities of QuBit storage and computation.

[4] Physical Review A, 51 (4); 2738 - 2747, 1995

[5] Physical Review A, 51 (4); 2738 - 2747, 1995

grkg / Humankybernetik
Band 48 · Heft 4 (2007)
Akademia Libroservo / IfK

Lingvistiko, ekonomiko kaj „lingva imposto“: Terminologia notico

de Reinhard FÖSSMEIER, Akademio Internacia de la Sciencoj (AIS) San Marino

1 Faka situacio

La termino „lingva imposto“ estis enkondukita en la lingvo-ekonomikon verŝajne de Philippe Van Parijs, en la angla formo *language tax*.Van Parijs en pluraj verkoj proponas monan kompenson por la lernantoj de internacia komunika lingvo; tiun kompenson pagu la denaskaj parolantoj de tiu lingvo, kiuj ja ŝparas la lernadon. Li nomas tiun kompenson „imposto“ (*tax*):

> „*a net transfer from the linguistic group whose language is being learned to the learning groups, and the per capita size of this language tax will grow ...*“ (Van Parijs 2005; „neta transpago de la lingva grupo, kies lingvo estas lernata, al la lernanta grupo, kaj la persona kvanto de tiu lingva imposto kreskos...“)

Kiel Van Parijs mencias, Pool jam en 1991 proponis similan imposton:

> „*... taxes to be levied ... on language groups whose language has been made official, to cover the translation costs of the policy*“ (Pool 1991; „impostoj postulendaj ... de lingvaj grupoj, kies lingvo estis oficialigita, por kovri la tradukkostojn de la strategio“)

Pool tamen ne uzis la terminon „lingva imposto“. La koncepto ja ŝajnas inda je fiksa termino, do same indas esplori la terminan ĉirkaŭaĵon de la esprimo „lingva imposto“ kaj ties taŭgecon kaj uzatecon.

François Grin, kiu en 2005 faris por la franca registaro raporton pri la lingva situacio lerneja, proponis ideon similan al tiu de Van Parijs: Iu grupo pagu, por ke aliaj akceptu certan lingvan reĝimon laŭ ties intereso. Li mencias kuntekste la vorton „impôt“ (imposto), tamen ne uzante ĝin kiel terminon por sia propono:

> „*combien ils seraient prêts à payer (par exemple sous la forme d'impôts supplémentaires ou d'un pourcentage de leur charge fiscale présente) pour que la société passe de l'environnement linguistique actuel à un autre environnement linguistique*“ (Grin 2005, „kiom ili pretus pagi (ekzemple forme de kromaj impostoj aŭ de proporciaĵo de sia nuna fiska ŝarĝo) por ke la socio transiru de la nuna lingva medio al alia lingva medio)

Se oni konsideras la lernadon de la propra lingvo fare de alilingva grupo kiel transiron, por kiu lingva grupo pretas pagi, la difino de Grin inkluzivas tiun de Van Parijs (kiu eble estas la plej grava specialaĵo).

2 *Komunlingva uzo*

Por esplori la plian uzon de tiu aŭ similaj terminoj utilas serĉado en interretaj serĉmaŝinoj; La esploro konsideris la lingvojn anglan kaj francan, en kiuj verkis Pool, Van Parijs kaj Grin, kaj tradukojn en la germanan, italan, nederlandan kaj en Esperanton. Estis uzataj la konataj serĉiloj Guglo (Google) kaj AltaVista. Bedaŭrinde montriĝis kelkaj problemoj, ĉar serĉmaŝinoj kutime ignoras gramatikajn finaĵojn kaj interpunkciojn; tiu ofte tre dezirinda ignorado tamen malprecizigas la serĉadon.

La esploro montris, ke la esprimo „lingva imposto" ofte estas uzata en senco tute mala, aŭ komplementa, al tiu de Van Parijs, sed por la sama situacio: ĝi signifas implicitan pagon de la lingvo-lernantoj al la profitantoj, pagon per la laboro kaj la kostoj de lingvolernado. La eksplicita pagado proponita de Van Parijs ĝuste kompensus tiun imposton. En la plua esploro ni nomu la sencon de Van Parijs „senco A" kaj la alian „senco B".

Angla lingvo. Serĉilo Guglo donis 782 rezultojn por la serĉaĵo „language tax", AltaVista 2270. Specimenoj tamen montris, ke preskaŭ ĉie temis pri hazarda kunesto de la du vortoj, foje eĉ kun interpunkcio inter ili. Ekzemple: „Polish Language Tax Guides" (pol-lingvaj impost-gvidiloj). Ege malofte temis pri la signifo „lingva imposto".

Foje la esprimo estas uzata pri komputilaj programad-lingvoj, kiuj postulas, ke la uzanto adaptiĝu al iliaj apartaĵoj (Dumbill 2005). Tiu senco estas proksima al B.

Franca lingvo. Guglo donis 237 rezultojn por "impôt linguistique", esprimo gramatike preskaŭ ne miskomprenebla; AltaVista donis 117. Specimenoj montris, ke ĝi estas uzata preskaŭ nur en senco B. Ekzemple Debanne formulas:

> *Ce coût colossal d'apprentissage de l'anglais, supporté par tous les pays sauf les pays anglo-saxons, on peut le qualifier d'* ***impôt linguistique*** *payé par le reste du monde* (Debanne 2005, „Tiun kolosan koston de lernado de la angla, kiun portas ĉiuj landoj escepte de la anglosaksaj, eblas nomi lingva imposto pagata de la cetera mondo")

Eble senco B estis enkondukita de la partio „Eŭropo Demokratio Esperanto (EDE 2005), kiu uzas ĝin en sia programo kaj aliloke.

Germana lingvo. Guglo donas 508 rezultojn por la vorto „Sprachsteuer". Tamen preskaŭ ĉiuj rilatas al la vorto „Sprachsteuerung" (parola regado de aparatoj), kies finaĵon „-ung" ignoras la serĉmaŝinoj. Escepto estas satiro el la jaro 1996, kiu parolas pri „parol-imposto", laŭ kiu la uzo de la germana lingvo kostu imposton por ekvilibrigi la ŝtatan buĝeton (nek A nek B). Alia escepto estas artikolo pri Van Parijs en la reta enciklopedio Vikipedio, kiu ekestis en junio 2006 kaj menciis lian proponon de „Sprachsteuer" (senco A). Tiu mencio intertempe kondukis al propra artikolo pri „Sprachsteuer" kaj al similaj artikoloj en aliaj lingvoj; tiujn artikolojn ne konsideras tiu ĉi esploro.

AltaVista, kiu ne ignoras la finaĵon „-ung", trovis 13 rezultojn, inter ili unu en senco B (en teksto de EDE); la aliaj estis mallongigo de „Sprachsteuerung".

Itala lingvo. Guglo donas unu rezulton por „tassa linguistica", uzata en senco A. Krome estas 617 rezultoj (AltaVista: 355) por „tassa inglese" (angla imposto), esprimo ofte uzata de la Radikala Partio Itala en senco B.

Nederlanda lingvo. Guglo donas 30 rezultojn por „taalbelasting", AltaVista 13, sed plejparte temas pri la vorto „kapitaalbelasting" (kapitalimposto). Escepto estas retpaĝo

pri libro titolita „taal mag geen belasting zijn“ (lingvo ne estu ŝarĝo), ĉar „taalbelasting“ signifas ankaŭ „lingva ŝarĝo“.
La vorto „taalbelasting“ aperas ankaŭ en afrikansa teksto (Brink 2005) parolanta pri unu- kaj plurlingvaj universitatoj, en senco simila al B; ĝi diras pri unulingvaj universitatoj:

> „aangesien hulle nie hierdie soort „taalbelasting“ hoef te betaal nie“ (vide ke ili ne devas pagi tiun specon de „lingva imposto“; citiloj de Brink).

Esperanto. Guglo donas 4 rezultojn, AltaVista 7, ĉiujn en senco B. Unu el la tekstoj aperis en 2003 en Monato (Salomon 2003).

3 Konkludo

Retpaĝa esploro montras, ke el la esploritaj lingvoj nur la franca kutime uzas la terminon „lingva imposto“, kaj preskaŭ ekskluzive en senco B. Ankaŭ la sporadaj ekzemploj en aliaj lingvoj uzas sencon B. Eble senco A, el la teorioj de Pool, Van Parijs kaj Grin, estas tro malmulte konata.
Tiuj ĉi cirkonstancoj povas malfaciligi la terminologian uzon de fakuloj, precipe en popularsciencaj verkoj. Ĉu eblas kaj indas proponi alternativan terminon, kiu ne portas „lingvan ŝarĝon“, estas trans la kadro de tiu ĉi notico.

Literaturo

De Briey, L., Van Parijs, Ph., *La justice linguistique comme justice coopérative*, en Revue de philosophie économique, 5, 2002, pp. 5–37.

Brink, Chris: *Oor transformasie en gehalte by die Universiteit Stellenbosch.* 27 Julie 2005. http://www.sun.ac.za/News/dokumente/mid2005/toespraak.pdf

Clopeau, Denis Serge: *Communiqué de presse Europe Démocratie Esperanto*, 06 décembre 2004. http://paroleatous.blog.lemonde.fr/2004/12/06/2004_12_communiqu_ede/

Debanne, Emmanuel, 2005: *Les jeunes Français sont-ils nuls en langues étrangères?* http://www.e-d-e.org/article.php3?id_article=90

Dumbill, Edd: Perl *Internationalization and Haskell: An Interview with Autrijus Tang.* http://www.perl.com/pub/a/2005/09/08/autrijus-tang.html?page=last

Eŭropo Demokratio Esperanto, *Notre programme*, 24a aprilo 2005, http://www.e-d-e.org/article.php3?id_article=8

Grin, François, 2005: *L'enseignement des langues étrangères comme politique publique.* Rapport établi à la demande du Haut Conseil de l'Évaluation de l'École, Paris. No 19, 09.2005.

Pool, Jonathan, 1991. *The official language problem.* American Political Science Review. 85. 495–514. http://utilika.org/pubs/etc/pool-offlangprob-apsr1991.pdf

Salomon, Thierry: *La mondolingvo.* MONATO 2003/09, p. 25.

Van Parijs, Philippe, 2002: *Linguistic Justice, Politics, Philosophy and Economics 1* (1) 59–74.

Van Parijs, Philippe, 2005: *Europe's Three Language Problems*, en D. Castiglione and C. Longman (eds.) The Challenge of Multilingualism in Law and Politics. Oxford: Hart Publishing. www.law.nyu.edu/clppt/program2003/readings/vanparijs.pdf

Ricevita 2007-01-09

Adreso de la aŭtoro: OProf. Reinhard Fößmeier, Rahel-Straus-Weg 19, D-81673 München

grkg / Humankybernetik
Band 48 · Heft 4 (2007)
Akademia Libroservo / IfK

Biokybernetisches Modell der Depression

Von Bernhard J. MITTERAUER, Salzburg (A)

1. Einleitung

Die Depression ist eine Gemütserkrankung, die weltweit bei etwa 10 % der Menschen zumindest einmal im Leben auftritt. Die Kernsymptome der Depression sind eine gedrückte Stimmung, Interesse- und Freudlosigkeit, Störungen der Biorhythmen, psychomotorische Störungen (Hemmung oder Unruhe) sowie Insuffizienzgefühle (Wertlosigkeit etc.) [American Psychiatric Association, 1998].

Wenngleich sich die zeitgenössischen Erklärungsmodelle der Depression auf biologische, psychologische und soziologische Ansätze konzentrieren, herrscht dennoch ein breiter Konsens, dass die Depression eine multifaktorielle Genese hat, die wesentlich auf Interaktionen zwischen biologischer Anlage und psychosozialem Stress zurückzuführen ist (Akiskal, 1995). Meine Depressionsforschung versucht einerseits, der multifaktoriellen Genese der Depression gerecht zu werden, indem die Interaktion psychologischer und biologischer Entstehungsbedingungen in den Brennpunkt gestellt wird. Andererseits aber wird ein neuer Forschungsansatz verfolgt, wobei auf der Grundlage psychologischer und biologischer Funktionen normalen menschlichen Verhaltens ein kybernetisches Modell entwickelt wird, welches die Phänomenologie der Depression erklären kann (Mitterauer, 1994; 2004).

Ich möchte nun so vorgehen, dass zuerst das Modell der Depression im Überblick beschrieben wird und sodann die einzelnen konstituierenden Komponenten in deren Wechselspiel schrittweise erklärt werden.

2. Biokybernetischer Zyklus der Depression

Der zur Depression neigende Mensch ist in seinen Lebensprogrammen hyperintentional im Sinne hoher narzisstischer Ansprüche an sich selbst und die mitmenschliche Umwelt. Mit dieser Hyperintentionalität geht einher, dass gerade jene intentionalen Programme, die subjektiv am wichtigsten sind, zumindest in einem bestimmen Zeitraum in der Umwelt nicht machbar sind. Daraus folgt, dass das Leben großen Stress mit sich bringt. Wenn sich dieser Stress biologisch dahingehend auswirkt, dass es zu einer Verlangsamung der Informationsübertragung in den Synapsen des Gehirns kommt, dann erfolgt gleichzeitig eine Verschiebung der im Hirnstamm erzeugten psychobiologischen Verhaltensmodalitäten (Schlaf, Arbeit, Emotionen, Kommunikation etc.)
Da der (die) Betroffene für diese psychobiologische Verhaltensveränderung keine subjektiv ausreichende Erklärung finden kann, kommt es zu einem Verlust des Selbstverständnisses. Dieser Verlust des Selbstverständnisses führt wiederum dazu, dass keine konstruktiven Argumente zur Verfügung stehen, nicht machbare Intentionen zu verwerfen und auf diese Weise die Hyperintentionalität als Kernkomponente der Depression in den Griff zu bekommen. Solange dieser in Bild 1 dargestellte Zyklus nicht unterbrochen werden kann, besteht eine depressive Stimmungslage.

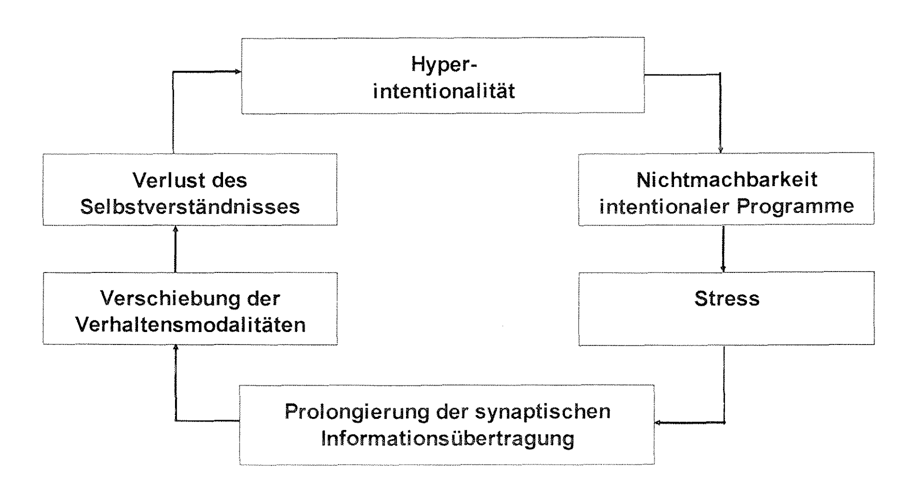


Bild 1. Biokybernetischer Zyklus der Depression

Zum Verständnis der Entstehung der einzelnen pathogenen Funktionen im Zyklus der Depression ist es erforderlich, diese von den Normalfunktionen menschlichen Verhaltens abzuleiten.

3. Elementare Verhaltenszyklen in tripartiten Synapsen

Neuere Ergebnisse der Hirnforschung legen nahe, dass die synaptische Informationsübertragung nicht nur von der Präsynapse auf die Postsynapse erfolgt, sondern dass ein drittes Zellelement, nämlich die Astrozyten (Gliazellen) sogar eine aktive und modulierende Funktion auf die Informationsübertragung ausüben. Man spricht daher von tripartiten Synapsen. Aus kybernetischer Perspektive kann man eine tripartite Synapse als einen elementaren Verhaltenszyklus beschreiben (Mitterauer, 2005). Hier handelt es sich um einen interdisziplinären Ansatz, der für eine Interpretation der Genese der Depression hilfreich sein kann.

Ein lebendes System wie der Mensch ist mit intentionalen Programmen (biologische Bedürfnisse, Sehnsüchte, Wünsche etc.) ausgestattet, welche zur Verwirklichung in einer passenden Umwelt drängen (Iberall und Mc Culloch, 1969). Ein elementarer Verhaltenszyklus charakterisiert daher die intentionale Beziehung eines lebenden Systems zu seiner Umwelt (Bild 2).

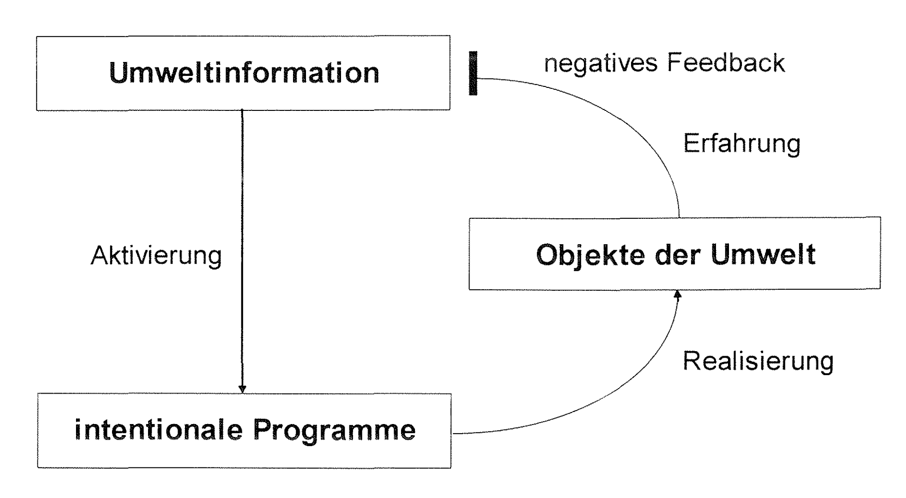


Bild 2. Elementarer Verhaltenszyklus

Zunächst aktualisiert eine Umweltinformation ein bestimmtes intentionales Programm. Kann ein lebendes System passende Objekte zur Verwirklichung eines spezifischen intentionalen Programms in der Umwelt finden, dann schließt sich der Kreis, vergleichbar einer Erfahrung, die auf einem negativen Feedback Mechanismus beruht. Dieser schwächt das anfänglich positive Signal zunehmend ab, sodass es schließlich zur Unterbrechung der Informationsübertragung kommt.

Bild 3 zeigt eine schematische Darstellung einer tripartiten Synapse, deren Funktion als elementarer Verhaltenszyklus interpretiert werden kann. Angeregt durch Umweltinformationen aus den Wahrnehmungssystemen werden Neurotransmitter (NT) von der Präsynapse zur Besetzung der postsynaptischen Rezeptoren (poR) freigesetzt. Gleichzeitig werden gliale Rezeptoren (glR) durch Neurotransmitter besetzt, was zur Aktivierung der intentionalen Programme im Astrozyten führt. Diese intentionalen Programme werden durch Gliotransmitter (GT) verkörpert und zur Besetzung der präsynaptischen Rezeptoren (prR) freigesetzt. Auf diese Weise können die intentionalen Programme realisiert werden und strukturierend in die synaptische Informationsübertragung eingreifen, indem sie einen negativen Feedback Mechanismus bewirken, was einer „synaptischen Erfahrung“ gleichkommt.

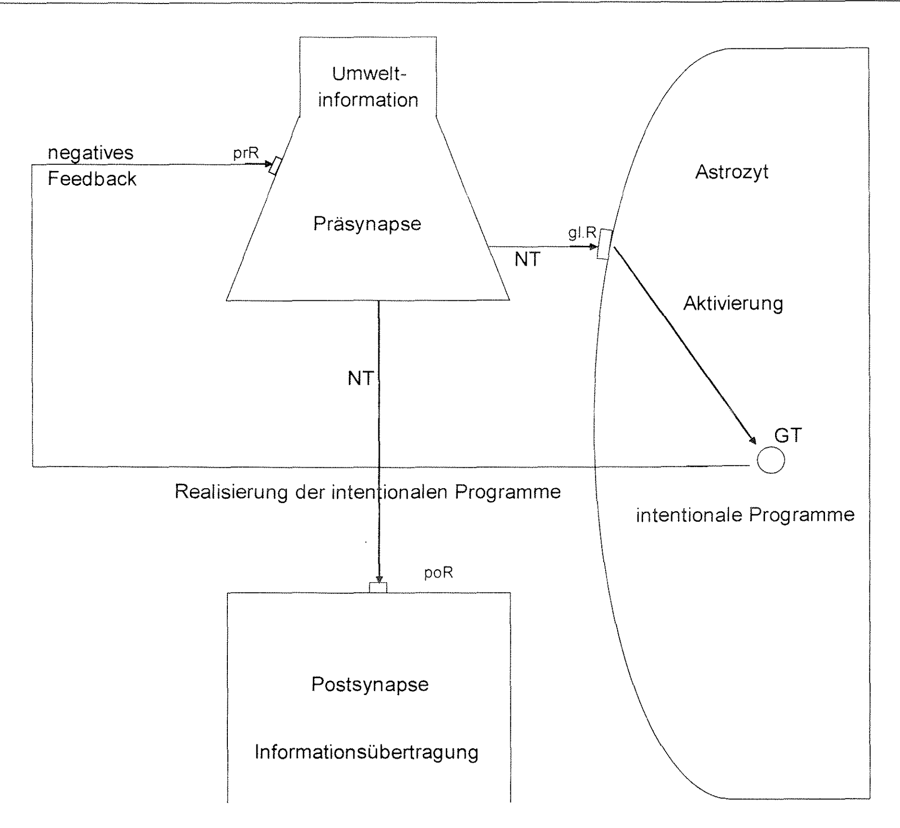


Bild 3. Modell einer tripartiten Synapse (siehe Text)

4. Erzeugung der Verhaltensmodalitäten

Um ein integriertes Verhalten zu erzeugen, muss ein lebendes System fähig sein, stabile Systemzustände herzustellen, Verhaltensmodalitäten genannt. Normalerweise sehen wir zwar das menschliche Verhalten nicht als modal an, die meisten Menschen haben jedoch die Erfahrung, dass ihr Bewusstsein eine Einheit bildet und dass sie zu einem bestimmten Zeitpunkt nur eine Verhaltensmodalität gut ausführen können (Kilmer et al, 1969). In systemtheoretischer Sprache ausgedrückt, kann daher stets eine dynamische Aktionsweise identifiziert werden, beispielsweise „das System schläft". In Tabelle 1 sind die wesentlichen Verhaltensmodalitäten aufgelistet. Dabei ist als Zeitkonstante der weibliche Menstruationszyklus festgelegt. Über die Jahre habe ich diese Liste auf 35 Verhaltensmodalitäten erweitert (Mitterauer, 2007).

	Zeitprozent
Schlafen	30 %
Essen	5 %
Trinken	1 %
Stuhlgang / Wasserlassen	1 %
Geschlechtsverkehr	3 %
Arbeiten	25 %
Zeiten, wo Sie nichts tun	3 %
Sprechen	5 %
Aufmerksamkeit	4 %
Bewegungsfähigkeit (Gehen, Laufen, Spielen usw.)	4 %
Zorn, Wut, Ärger	1 %
Ausweichen verschiedenen Situationen, Personen, Dingen	1 %
Ängstlichkeit	2 %
Fröhlichkeit	2 %
Lachen	1 %
Aggressivität (Angriffslust, Streitsucht)	1 %
Furcht Kämpfen um eine Sache Flüchten aus bestimmten Situationen	1 %
Zwischenmenschliche Kontakte	8 %
Empfinden von Neid	1 %
Gier nach etwas Bestimmtem (z.B. Geld, Dinge, Menschen, Gesundheit)	1 %
Gesamt	100 %
	+/- 20 % Verhaltenszeit

Tab. 1. Normalverteilung von 23 menschlichen Verhaltensmodalitäten (Iberall und McCulloch, 1969)

Mc Culloch (1966) hat nachgewiesen, dass die Fähigkeit des Gehirns, Verhaltensmodalitäten zu erzeugen, auf der integrativen Funktion der retikulären Formation des Hirnstammes beruht, da dieses System nach dem Prinzip der „redundancy of potential command" operiert. Redundancy of potential command bedeutet zunächst nichts anderes als dass Neuronen oder Module, die über die meiste Information verfügen, auch die meiste Autorität haben. Zum besseren Verständnis dieses Prinzips brachte Mc Culloch (1965) das Beispiel einer Kriegsflotte, wo das Verhalten der gesamten Flotte vorübergehend von jenem Schiff bestimmt wird, das als erstes den Feind gesichtet hat. Dieses Prinzip operiert nach einer abduktiven Logik (Abduktion).

In technischer Sprache ist Abduktion die Auswahl eines passenden Programms aus einem Programmrepertoire entsprechend einer Regel für die Analyse von Programmanforderungen. Diese Programme sind in dem Sinne allgemein gehalten, als sie alle für eine prinzipielle Verarbeitung der Umweltinformation geeignet sind. Gleichzeitig sind sie jedoch hoch spezialisiert für die Verarbeitung spezifischer Umweltinformationen. Wenn eine spezifische Umweltinformation auf das System einwirkt, kann es entscheiden oder auswählen, welches Programm diese Information betrifft bzw. welches Programm für die Verarbeitung dieser Information am besten geeignet ist. Das gesamte Repertoire dieser Programme ist heterarchisch (zirkulär) organisiert und operiert nach dem Prinzip der redundancy of potential command. Mc Culloch (1966) beschreibt die in

der retikulären Formation des Hirnstamms ablaufenden Abduktionen wie folgt: *„It starts out with rules; from this you run away: that you eat etc. It starts out with these rules; it is presented with the fact and it makes a guess that that fact is a case under that rule. This is the diagnostic procedure, the abductive procedure."*

5. Das Prinzip des Narzissmus

Aus biokybernetischer Sicht kann man das psychologische Konzept des Narzissmus als organismische Selbstreferenz der Selbstbeobachtung interpretieren. So gesehen ist Narzissmus ein Prinzip, welches das Wesen des Menschen grundlegend bestimmt. In der Studie „Das Prinzip des Narzissmus/Modell der polyontologischen Selbstreferenz" (Mitterauer, 2003) habe ich zu zeigen versucht, dass man die Theorie subjektiver Systeme Günthers mit dem Konzept des Narzissmus für den interdisziplinären Dialog fruchtbar machen kann.

Was mein Modell der Depression betrifft, so ist ganz entscheidend, dass die normale zirkuläre Organisation im Sinne eines konstruktiven Narzissmus in die Falle einer nicht machbaren Intentionalität gerät, sodass der depressive Mensch an seiner Hyperintentionlität zu zerbrechen droht. Darauf soll nun näher eingegangen werden.

6. Entstehungsbedingungen der Hyperintentionalität

Nach Bibring (1953) haben zur Depression neigende Menschen besonders hohe Ziele. Hyperintentionalität besteht jedoch erst dann, wenn diese hohen Ziele nicht machbar sind. Was sind nun die möglichen Entstehungsbedingungen der Hyperintentionalität?

a) Psychologische Entstehungsbedingungen:

Die Erziehung des Kindes ist auf hohe Ziele ausgerichtet, die zumindest teilweise nicht realisierbar sind. Diese Nichtrealisierbarkeit kann im Falle einer mangelhaften Begabung zur permanenten Überforderung führen, aber auch durch eine unpassende Lebens- und Umweltsituation bedingt sein. Es können aber beide Entstehungsbedingungen für die Hyperintentionalität verantwortlich sein.

b) Soziologische Entstehungsbedingungen:

Wenn beispielsweise in einer Gesellschaft Reichtum das höchste Ideal ist und jeder reich werden will, dann müssen rein aus ökonomischen Überlegungen viele Menschen auf der Strecke bleiben, was derzeit in China der Fall ist. Depressionen und Selbstmorde sind in dieser gesellschaftlichen Konstellation geradezu programmiert. Aber auch in den westlichen Gesellschaften hat man den Eindruck, dass viele Menschen zu viel wollen, was sich depressivogen auswirken kann.

c) Psychobiologische Entstehungsbedingungen:

Hier geht es um den Einfluss der Eltern noch vor der Geburt des Kindes. Zunächst kann bei der Programmierung intentionaler Programme des Kindes ein so genanntes Imprinting eine Rolle spielen. Darunter versteht man den genetischen Einfluss beider Eltern auf das Genom unmittelbar nach der Zeugung. Derartige epigenetischen Mechanismen sind zwar noch nicht ausreichend erforscht, dürften aber bei der frühen psychobiologischen

Prägung des Embryo von besonderer Bedeutung sein. Ganz entscheidend ist jedoch der Einfluss der Mutter auf das Kind im pränatalen Zeitraum (Mitterauer und Pritz, 1981). Nicht selten haben Mütter während der Schwangerschaft bereits sehr hohe Erwartungen an das Kind, welche ihnen als zu hohe Ansprüche gar nicht bewusst sind. Die Eltern wundern sich dann, warum sie es in späteren Jahren mit einem Kind zu tun haben, das geradezu vom „Ehrgeiz zerfressen" ist, obwohl scheinbar an das Kind keine überzogenen Erwartungen gestellt werden.

d) Rein biologische Entstehungsbedingungen:
Kehren wir zum Modell der tripartiten Synapse zurück, so können folgende Störungen in der Informationsübertragung für die zur Depression führende Hyperintentionalität und die damit einhergehende Verhaltensveränderung verantwortlich sein:

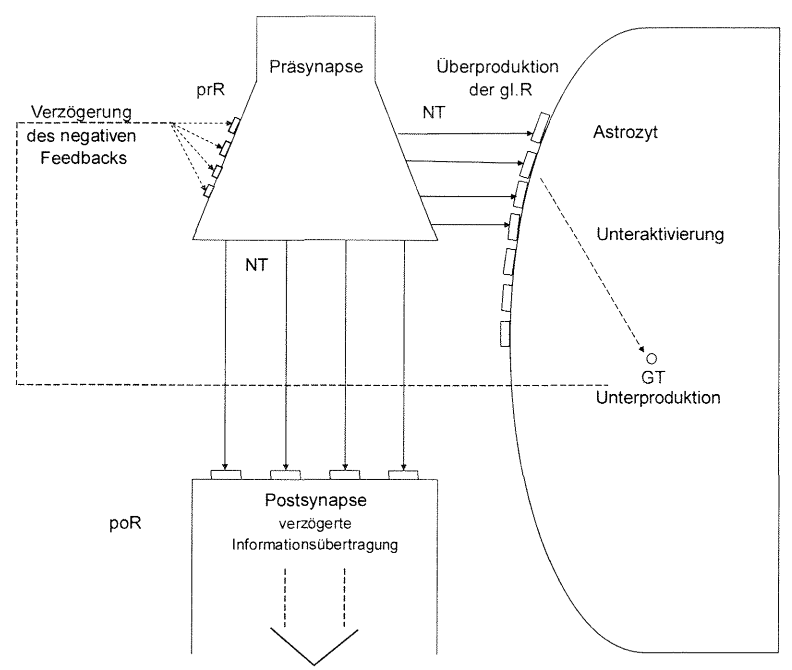


Bild 4. "Hyperintentionale" tripartite Synapse, deren Informationsverzögerung für die Depression verantwortlich sein könnte

Bild 4 zeigt das Modell einer tripartiten Synapse, deren veränderter Mechanismus der Informationsübertragung die Depression auf der Verhaltensebene wesentlich verursachen könnte. Hier zeigt sich zunächst die Hyperintentionalität in einer Überproduktion glialer Rezeptoren (glR), sodass ein relativer Mangel an Neurotransmittern (NT) aus der Präsynapse vorhanden ist. Auf diese Weise ist die Produktion von Gliotransmittern (GT) im Astrozyten verzögert, sodass sich auch die Wirkung des negativen Feedbackmecha-

nismus durch die Gliotransmitter an den präsynaptischen Rezeptoren (prR) protrahiert. Mit anderen Worten: Die Informationsübertragung in hyperintentionalen tripartiten Synapsen ist deutlich verlangsamt. Betrachtet man diese verzögerte und mangelhafte synaptische Informationsübertragung, so lassen sich damit typische Symptome der Depression wie Insuffizienzgefühle und Biorhythmusstörungen erklären.

7. Verschiebung der Verhaltensmodalitäten in der Depression

Aus der Perspektive der Verschiebung der Verhaltensmodalitäten kann man Depression wie folgt beschreiben: Ein Mensch leidet an einer Depression, wenn er oder sie in einem bestimmten Zeitraum unfähig ist, eine oder mehrere psychobiologische Verhaltensmodalitäten (Schlafen, Essen, Arbeiten etc.) zu produzieren und gleichzeitig gezwungen ist, eine oder mehrere Verhaltensmodalitäten ständig auszuführen. Hier handelt es sich sowohl um ein depressives Tunmüssen als auch um ein depressives Nichtkönnen. Da sich der Depressive seine existentielle Verhaltensveränderung selbst nicht erklären kann, leidet er (sie) unter einem Verlust des Selbstverständnisses. Dass diese Verhaltensveränderungen in der Depression eine grundlegende Bedeutung haben und regelmäßig auftreten, konnten wir empirisch nachweisen (Rothuber et al, 2007).

Wie aber könnte diese Verschiebung der Verhaltenspalette im Gehirn zustande kommen? Prinzipiell ist davon auszugehen, dass die integrativen Systeme im Hirnstamm ihre auf einer abduktiven Logik basierenden Entscheidungen rasch durchführen müssen, damit die Selbstsicherung des Gesamtsystems Mensch nicht durch Entscheidungsverzögerungen in Gefahr gerät. In der Depression tritt jedoch eine Entscheidungsverzögerung auf. Was den möglichen Entstehungsmechanismus dieser Entscheidungsverzögerung betrifft, so haben wir (P. Zinterhof) eine Computersimulation durchgeführt, deren Ergebnisse nun zusammenfassend dargestellt werden.

In unserem Standardmodell der Umsetzung des Prinzips der redundancy of potential command arbeiten sämtliche Teilsysteme (Neuronen, Synapsen, Rezeptoren) im Gleichtakt. Dadurch soll gewährleistet werden, dass eingehende synaptische Informationen aus den Wahrnehmungssystemen durch das Netzwerk im Hirnstamm korrekt verarbeitet werden. Bild 5 stellt einige Schritte der Simulation dar, bei der insgesamt fünf Verhaltensmodalitäten durch das System ausgewählt werden (die dunklen Felder repräsentieren die Aktivierung einer Verhaltensmodalität für den jeweiligen Zeitschritt).

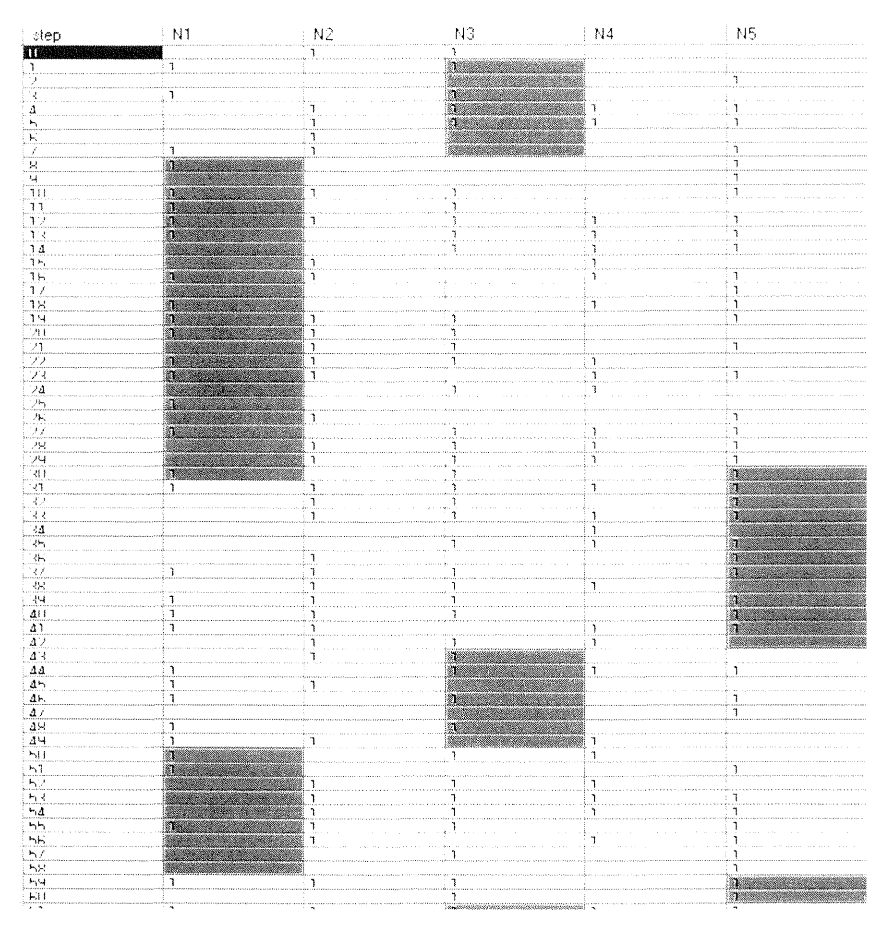


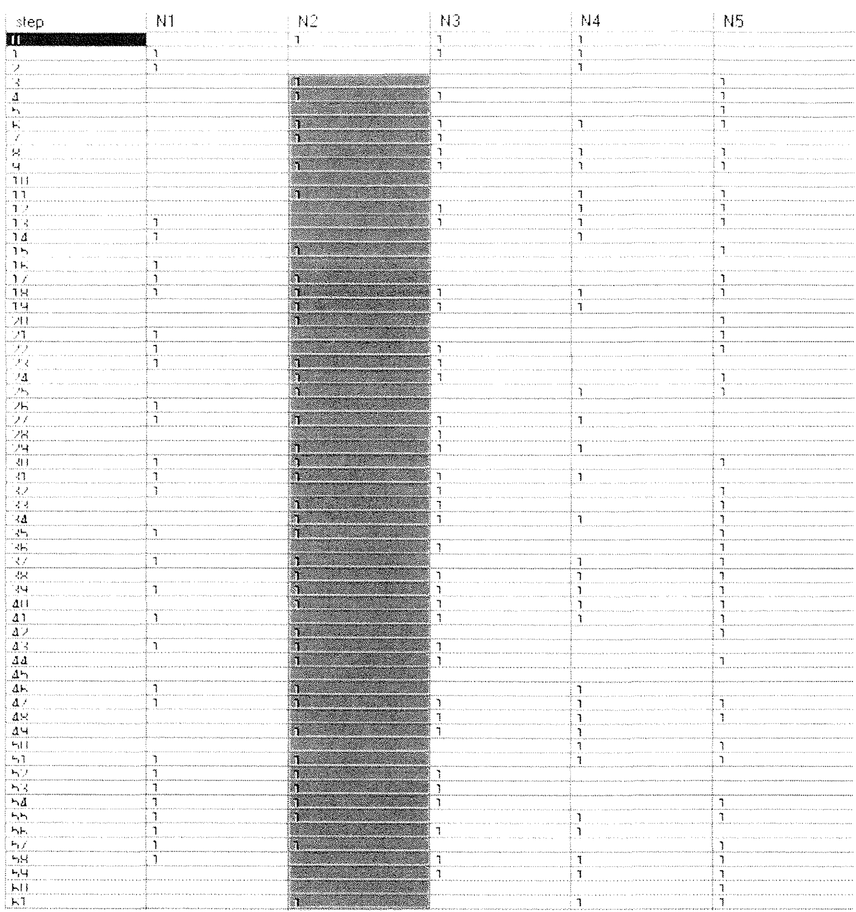
Bild 5. Simulation der Erzeugung von 5 Verhaltensmodalitäten im Hirnstamm (dunkle Felder) bei ungestörter synaptischer Informationsübertragung (Zinterhof, 2007)

Kommt es nun zu einer zeitlichen Verzögerung der Informationsverarbeitung entsprechend dem vorgeschlagenen Modell einer depressivogenen tripartiten Synapse (Bild 4) in den Wahrnehmungssystemen, so wird das Prinzip der redundancy of potential command (Korrektheit der Verarbeitung) zwar nicht verletzt, jedoch modifiziert. Das Update des neuronalen Netzes im Hirnstamm erfolgt dabei mit höherer Frequenz als jenes in den Synapsen der Wahrnehmungssysteme. Je nach Dauer der Zwischenphasen, in denen die Synapsen keine Information weiterleiten, resultiert auch eine Änderung des Gesamtsystems.



Bild 6. Simulation der eingeschränkten Erzeugung von Verhaltensmodalitäten (dunkle Felder) bei leicht verzögerter synaptischer Informationsübertragung (Zinterhof, 2007)

Bild 6 stellt das Systemverhalten bei einem Verhältnis 1 zu 2 von neuronalen Updates in den Netzwerken des Hirnstamms zu den synaptischen Updates der Wahrnehmungssysteme dar. Gegenüber Bild 5 fällt hier die längere Verweildauer und geringere Wechselhäufigkeit in den einzelnen Phasen auf. In Bild 7 wird die Verzögerung der synaptischen Informationsverarbeitung noch erhöht. Das Gesamtsystem braucht nun länger (drei Zeittakte), um überhaupt eine der fünf Modalitäten zu schalten und wechselt für den gesamten Simulationszeitraum von 61 Schritten kein einziges Mal in eine weitere Modalität.



step	N1	N2	N3	N4	N5
0		1	1	1	
1	1		1	1	
2	1			1	
3		1			1
4		1	1		1
5					1
6		1	1	1	1
7		1	1		
8			1	1	1
9		1	1	1	1
10					
11		1		1	1
12			1	1	1
13	1		1	1	1
14	1			1	
15		1			1
16	1				
17	1	1			1
18	1	1	1	1	1
19		1	1	1	
20		1			1
21	1				1
22	1		1		1
23	1	1	1		
24		1	1		1
25		1		1	1
26	1				
27	1	1	1	1	
28			1		
29		1	1	1	
30	1	1			1
31	1	1	1	1	
32	1		1		1
33		1	1		1
34		1	1	1	1
35	1	1			1
36			1		1
37	1	1		1	1
38		1	1	1	1
39	1	1	1	1	1
40		1	1	1	1
41	1		1	1	1
42		1			1
43	1	1	1		
44		1	1		1
45					
46	1	1		1	
47	1	1	1	1	1
48			1	1	1
49		1	1	1	
50				1	1
51	1	1		1	1
52	1	1	1		
53	1	1	1		
54	1	1	1		1
55	1	1		1	1
56	1		1	1	
57	1	1			1
58	1		1	1	1
59			1	1	1
60					1
61		1		1	1

Bild 7. Simulation der eingeschränkten Erzeugung von Verhaltensmodalitäten (nur eine Modalität) bei stark verzögerter synaptischer Informationsübertragung (Zinterhof, 2007)

Abhängig vom Ausprägungsgrad der synaptischen Hyperintentionlität (Überschuss an glialen Rezeptoren) und den befallenen Hirnregionen zeigt sich eine entsprechende Phänomenologie der Depression. Sind beispielsweise bestimmte Gebiete des Stirnhirns (präfrontaler Cortex) besonders betroffen, dann sind die kognitiven Leistungen (Denken, Konzentration, etc.) erheblich beeinträchtigt. Dasselbe gilt für die Hirnregionen, welche für die Emotionalität verantwortlich sind. Vor allem aber kann das synaptische Modell die typische Entscheidungsschwäche depressiver Menschen erklären.

Was die Verschiebung der Verhaltenspalette psychobiologischer Modalitäten betrifft, so resultiert das für die Depression anscheinend typische Kernsymptom des „Nichtkönnens" eigentlich aus dem zwangsartigen Festhalten an einer Verhaltensmodalität im Sinne eines nicht realitätsbezogenen ständigen „Tunmüssens", sodass die rasche umweltbezogene Entscheidungsfähigkeit und Handlungsökonomie beeinträchtigt sind oder gar – zumindest vorübergehend – verloren gehen.

8. Verlust des Selbstverständnisses

Nun schließt sich die Dynamik des biokybernetischen Zyklus der Depression (Bild 1). Wir sind davon ausgegangen, dass die narzisstische Hyperintentionalität an der Nichtmachbarkeit ihrer intentionalen Programme scheitert. Dabei ist die Hyperintentionalität janusgesichtig: Einerseits können die intentionalen Programme nicht gut genug sein, was einer Selbstüberschätzung gleichkommt, andererseits können perfekte intentionale Programme auf eine unpassende Umwelt treffen. In beiden Fällen bedeutet Hyperintentionalität Nichtmachbarkeit der intentionalen Programme.

Ein derartiger Mensch befindet sich daher in einem Dauerstress. Ausgelöst durch diese Stressbelastung kann es zu den beschriebenen hyperintentionalen Veränderungen in den Synapsen des Gehirns kommen, womit gleichzeitig eine belastende Störung der üblichen psychobiologischen Verhaltensmodalitäten einhergeht. Diese Dynamik führt zum Verlust des Selbstverständnisses und schließlich zur Depression.

Der Verlust des Selbstverständnisses verstärkt die Hyperintentionalität auf negative Weise, da der Depressive keine Bewältigungsstrategien zur „Reduktion" seiner hyperintentionalen Programme zur Verfügung hat, sondern ihnen ambivalent gleichsam ausgeliefert ist. Dabei sind ihm (ihr) das Ausmaß und die eigentliche Rolle der hyperintentionalen Programme gar nicht ausreichend bewusst. Auf diese Weise befindet sich der Depressive in einem Teufelskreis. Dass der Verlust des Selbstverständnisses neben der Verschiebung der Verhaltensmodalitäten bei der Depression eine wesentliche Rolle spielt, konnten wir in empirischen Studien nachweisen (Rothuber et al, 2007).

9. Schlussfolgerungen

Das biokybernetische Modell der Depression eröffnet neue Perspektiven, was die Erforschung und Therapie der Depression betrifft. So wird ein neuer pathogener Mechanismus in tripartiten Synapsen beschrieben, der sich empirisch untersuchen lässt. Anders verhält es sich allerdings mit experimentellen Untersuchungen der verhaltensproduzierenden Netzwerke im Hirnstamm. Hier dürften die experimentiellen Methoden an ihre Grenzen stoßen. Schärfer noch ! wenn man heutzutage die Depression bei Tieren experimentiell untersucht, dann fehlt vor allem ein Depressionsmodell, welches die Verhaltensveränderungen des Tieres erklären kann.

Geht man jedoch von unserem Depressionsmodell aus, so ist es für den Beobachter unmöglich, verlässlich festzustellen, in welcher Verhaltensmodalität sich das scheinbar depressive Tier gerade befindet. Legt man unser Depressionsmodell zugrunde, dann werden Tiere in der Depressionsforschung sinnlos geschunden. Aussichtsreicher wäre es, wenn man eines Tages Robotergehirne mit einem subjektiven Verhalten zur Verfügung hätte (Mitterauer, 2006). Dann könnte man nämlich die beschriebenen pathogenen Mechanismen technisch realisieren und eine verlässliche Verhaltensbeobachtung durchführen.

Das vorgelegte biokybernetische Modell der Depression dürfte aber auch erhebliche humankybernetische Konsequenzen haben, was das Selbstverständnis und die Behandlung depressiver Menschen betrifft. Wenn es gelingt, einen Depressiven über seine psychobiologische Hyperintentionalität aufzuklären, dann ist auch eine rein psychologische Behandlung möglich (Mitterauer, 2007). Dabei geht es im Wesentlichen darum,

dass nicht machbare intentionale Programme verworfen werden und neue Programme, die machbar sind, entwickelt werden müssen. Dieses Modell kann aber auch neue Argumente für ein besseres Verständnis des Verhaltens depressiver Mitmenschen ins Spiel bringen, was für betroffene Familien entlastend sein dürfte.

Zusammenfassend stellt das biokybernetische Modell der Depression den Entwurf eines geschlossenen Systems der Depression dar, dessen Optimierung noch weiterer Studien bedarf.

Schrifttum

Akiskal, H.S. *(1995): Mood disorders*: Clinical features. In: Kaplan H.J., Sadock, B.J. (eds.) Comprehensive textbook of psychiatry. Baltimore: Williams and Wilkins, p 1123-52

American Psychiatric Association (1998): *Diagnostic and statistical manual of mental disorders.* Washington: American Psychiatric Association.

Bibring, E. (1953): *The mechanism of depression.* In: Greenacre, P. (ed.) Affective disorders. New York: International University Press, p 13-28.

Iberall, A.S., Mc Culloch W.S. (1969): *The organizing principle of complex living systems.* Transactions of the ASME 6: 290-294.

Kilmer, W.L., Mc Culloch, W.S., Blum, J. (1969): *A model of the vertebrate central command system.* International Journal of Man-Machine Studies 1: 279-309.

Mc Culloch, W.S. (1965): *Embodiments of mind. Cambridge:* The MIT Press.

Mc Culloch, W.S. (1966): *Commentary.* In: Thayer, L. (ed.) Communication: Theory and research. Springfield: Thomas Publisher.

Mitterauer, B. (1994): *Biokybernetik der Depression.* Der informierte Arzt 1: 50-57.

Mitterauer, B. (2003): *Das Prinzip des Narzissmus – Modell der polyontologischen Selbstreferenz.* Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft 44: 82-87.

Mitterauer, B. (2004): *Imbalance of glial-neuronal interaction in synapses: a possible mechanism of the pathophysiology of bipolar disorder.* Neuroscientist 10: 199-206.

Mitterauer, B. (2005): *Nonfunctional glial proteins in tripartite synapses: a pathophysiological model of schizophrenia.* Neuroscientist 11: 192-198.

Mitterauer, B. (2006): *Entwurf eines Modells subjektiver mobiler autonomer Roboter.* Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft 47: 64-68.

Mitterauer, B. (2007): *Therapie von Entscheidungskonflikten: Das Volitronics Prinzip.* Wien: Springer Verlag.

Mitterauer, B., Pritz, W.F. (1981): *Entwurf einer Dialektik der pränatalen Kind-Mutter-Beziehung.* Zeitschrift für klinische Psychologie und Psychotherapie 29: 28-44.

Rothuber, H., Kralovec, K., Yazdil, K., Mitterauer, B. (2007): *Loss of self-understanding: a behavior-oriented model of depression.* Med Sci Monit 13: CR 1-CR 7.

Zinterhof, P. (2007): *Computersimulation des Prinzips der redundancy of potential command* (unveröffentlicht)

Eingegangen 2007-08-29

Anschrift des Verfassers: Univ.Prof.Dr. Bernhard Mitterauer, Universität Salzburg, Institut für Forensische Neuropsychiatrie, Ignaz-Harrer-Straße 79, A-5020 Salzburg

Biocybernetic model of depression (Summary)

Based on a biocybernetic cycle the possible etiology of depression is shown. This cycle is constituted of hyperintentionality, nonfeasibility of intentional programs, stress and the protracted information processing in synapses of the brain causing a severe displacement of the basic psychobiological modes of behaviour. The interplay between these components generates a loss of self-understanding, the cognitive core symptome of depression. This model may open novel perspectives for depression research and for a better understanding of depressive patients in our communication with them.

grkg / Humankybernetik
Band 48 · Heft 4 (2007)
Akademia Libroservo / IfK

Aspekte der Approximation in der Modellbeziehung

von Alfred SCHREIBER, Universität Flensburg (D)

1. Modelle, Theorien, Verisimilitude

Nach gängiger Auffassung ist die Modellbeziehung eine mehrstellige Relation zwischen einem Modell (Theoriekonstrukt), dem dadurch abgebildeten Original (Objektzusammenhang, Weltausschnitt) und dem Zweck der Modellierung, nach dem sich häufig auch die Exaktheitsstufe für die Anwendung des Modells richtet (vgl. Stachowiak 1973). Bei Bedarf lassen sich noch weitere Bestimmungsmomente einbeziehen, z.B. ein Zeitindex oder ein abgegrenztes Repertoire zugelassener Konstruktionsmittel. Schon die mancherlei Relativierungen, die in eine solche Konzeption einfließen, bezeugen den gegenüber herkömmlicher Theorie-Auffassung pragmatisch eingeschränkten Erkenntnisanspruch. Ein Modell ist von vornherein ein technologisch ausgerichtetes Instrument, das einen klar abgesteckten Wirklichkeitsausschnitt (i.a. nur) *angenähert* abbildet, d.h. seine als wesentlich erachteten Aspekte funktionell nachbildet, dies aber für den Zweck seiner Anwendung noch hinreichend genau.

Theorien im klassischen Verständnis, vor allem der Physik, ordnen sich zwar grundsätzlich auch dem hier skizzierten Modellbegriff unter, wurden und werden jedoch – wie z.B. die moderne Quantenfeldtheorie oder Stringtheorie – auf einen weiter gefassten wie tiefer liegenden Gegenstandsbereich bezogen, und dies i.a. mit dem Anspruch, Erklärungen für alle dort auftretenden Phänomene liefern zu können.

Zum einen wird deutlich: Das Original, das so verstandene Theorien abbilden wollen, ist als zusammenhängendes Ganzes überhaupt nicht verfügbar bzw. referenzierbar, allenfalls fragmentarisch und dann auch nur indirekt (etwa durch Experimente). Ineins damit wechselt der Richtungssinn der approximativen Modellierung, indem nun – umgekehrt – idealisierte Gebilde und Gesetze (als Theorie/Modell-Konstituenten) angenähert werden durch von der Beobachtung gelieferte und aufgrund störender Effekte mehr oder weniger verzerrte „Bilder“ (z.B. reale Bahnen von Himmelskörpern oder empirische Merkmalverteilungen im Vergleich zu den idealen Grenzgebilden der Mechanik bzw. der Wahrscheinlichkeitstheorie).

Zum anderen zeigt aber die Erfahrung auch, dass Theorien/Modelle – unabhängig von der Spannweite ihres Wahrheitsanspruchs – scheitern können, was K. Popper im Ausgang von seiner *Logik der Forschung* (1934; 1971) zur Entwicklung einer fallibilistischen Position veranlasst hat. Danach sind grundsätzlich alle Theorien, die allgemeine

empirische Gesetzlichkeiten konstatieren, falsifizierbar (und damit falsch), kommen aber immerhin noch der Wahrheit (unterschiedlich) nahe und sollen nach einem noch zu explizierenden Grad von „Verisimilitude“ bewertet werden.

2. Ein kritischer Blick auf Präzisierungsversuche

Bei den Theorien, um die es in Poppers Verisimilitude-Idee geht, handelt es sich nicht um Modelle im eingangs skizzierten Sinn, die man mit ihren Originalen vergleichen kann; es ist daher auch nicht möglich, aus dieser Abweichung ein Maß ihrer Wahrheitsähnlichkeit zu gewinnen (wie dies bei mathematischen Approximationen der Fall ist, z.B. bei einer Kurve durch einen geeigneten Streckenzug oder bei einer stetigen Funktion durch ein Polynom). Popper hat daraus die Konsequenz gezogen, Verisimilitude als einen *komparativen* Begriff zu bestimmen, der bzgl. zweier vorliegender Theorien ausdrückt, welche von beiden „näher an der Wahrheit“ liegt.

In Kapitel 11 von *Conjectures and Refutations* (1963) gibt Popper seine eigene (fehlerhafte) Lösung des Problems. Eine Theorie t wird dort als Menge $Cn(t)$ der Folgerungen aus einem (endlichen) Axiomensystem aufgefasst und dichotom zerlegt in einen Wahrheitsgehalt $Cn_T(t)$ (= Menge der wahren Aussagen aus $Cn(t)$) und einen Falschheitsgehalt $Cn_F(t)$. Eine Theorie t_2 ist dann – nach Poppers Definitionsvorschlag – mindestens so nahe an der Wahrheit wie eine Theorie t_1, wenn $Cn_T(t_1)$ eine Teilmenge von $Cn_T(t_2)$ ist und $Cn_F(t_2)$ eine Teilmenge von $Cn_F(t_1)$. Zunächst Hempel, dann Tichý und Miller zeigten durch eine einfache Überlegung, dass diese Definition inadäquat, weil gleichbedeutend ist mit der Äquivalenz der fraglichen Theorien t_1, t_2 (siehe dazu Zwart 1998, S. 9).

Die lebhafte Diskussion um Poppers Definition hat zu zahlreichen Verbesserungsvorschlägen und Weiterentwicklungen geführt. Einen Überblick und zugehörige Analysen dazu gibt S. D. Zwart in seiner Dissertation (1998), und mit I. Niiniluotos umfangreicher Monografie *Truthlikeness* liegt seit 1987 eine Gesamtdarstellung vor, die das Thema auf systematische Weise als Teilgebiet der philosophischen Logik und Wissenschaftstheorie entfaltet.

In mehreren Hinsichten freilich bleibt an den Ansätzen im Umkreis dieses von Popper definierten Forschungsprogramms Kritik zu üben. Als „Theorien“ fungieren i.a. aussagenförmige Ausdrücke einer mehr oder weniger reichhaltigen Logiksprache. Die Wahrheitsähnlichkeit eines solchen Ausdrucks wird dann typischerweise dadurch (rekursiv) bestimmt, dass man zu ihm eine gewisse Normalform aus Konstituenten herstellt, für welche bereits eine metrische Struktur (d.h. ein Abstandsmaß) vorausgesetzt wird. Wodurch diese Metriken sich im Einzelfall sachlich rechtfertigen und nicht vielmehr nur *ad hoc* angenommen werden (müssen), bleibt in der Regel offen. Zudem erweist sich die so explizierte Beziehung als nicht-invariant gegenüber einem Wechsel der zu Grunde liegenden Sprache (und der damit verbundenen Übersetzung der Theorie-Aussage; vgl. dazu etwa Pearce 1989), ganz zu schweigen von der Frage, wie realistisch

überhaupt die Annahme ist, wissenschaftliche Theorien ließen sich in derart eingeschränkten Systemen darstellen wie sie z.B. Niiniluoto (1987) benutzt. Dass dieser Trivialisierungeinwand ernst zu nehmen ist, belegen eindringlich die skeptischen Schlussfolgerungen, zu denen Kieseppä (1995) in seinen Analysen des Verisimilitude-Konzepts und der darauf gegründeten wissenschaftslogischen Approximationsidee gelangt.

Die Anläufe zur Präzisierung von Verisimilitude waren übrigens – schon in den 1970-er Jahren – nicht die einzigen Versuche, der Idee einer „Annäherung an die Wahrheit" eine logisch exakte Gestalt zu geben. Um hier nur einige wenige zu nennen: Nach dem Muster von Tarskis Semantik eine approximative Erfüllungsbeziehung (z.B. für Formeln des Prädikatenkalküls erster Stufe) zu entwickeln, war ein von Popper mehrfach geäußertes Desiderat und wurde in der Folge von Weston (1977, 1981) bearbeitet, allerdings ohne dabei das eigentliche Ziel in letztlich zufriedenstellender Form zu erreichen. Hauptsächlich an konkreten physikalischen Theorien orientierten sich die Fallstudien und Analysen zur „approximativen Erklärung" von Scheibe (1973), Ludwig (1978) oder Ehlers (1986). Mit einem Bezug hierauf und anknüpfend an strukturalistische Ideen (wie sie von Sneed und Stegmüller propagiert wurden) haben Moulines (1976, 1980) und, in aktuellerer Fassung, Balzer/Lauth/Zoubek (1993) Begriffsentwürfe zur approximativen Theorieanwendung bzw. zu einer von ihnen so genannten „Kinematik" naturwissenschaftlicher Theorien vorgelegt und untersucht. – Zwischen diesen Ansätzen und der Verisimilitude-Nachfolge gibt es freilich bislang, wenn überhaupt, nur schwache Wechselwirkungen, was zu einem gewissen Grad der mangelnden Vergleichbarkeit der Begriffsbildungen in diesen „Schulen" geschuldet sein mag.

3. Übergang zu makrologischer Betrachtungsweise

Zum überwiegenden Teil streben die bisher genannten Präzisierungsversuche einen effektiven, auf wissenschaftliche Theorien in realistischer Weise anwendbaren Vergleichsbegriff an, der aussagt, bis zu welchem Grad eine Theorie „der Wahrheit nahekommt" bzw. dass eine Theorie einer anderen (konkurrierenden) in dieser Hinsicht überlegen oder gleichwertig ist.

Diese Zielsetzung stellt uns vor zwei grundsätzliche Schwierigkeiten. Zum einen verlangt sie, dass genau gesagt wird und Übereinkunft darüber besteht, was wir unter einer „Theorie" zu verstehen haben, und darüber hinaus, nach welchen Verfahren die internen Bausteine (Konstituenten) einer Theorie zu bewerten und in das Gesamtergebnis (Wahrheitsnähe der Theorie) einzurechnen sind. Die zu Grunde liegende Betrachtungsweise soll deshalb *mikrologisch* genannt werden.

Zum anderen bleibt aber (unabhängig von einer Lösung des ersten Problems) dann immer noch ein kritischer Einwand gegen die komparative Begriffsform als solche. Eine Folge immer besserer (wahrheitsähnlicherer) Theorien, wie sie der wissenschaftliche Fortschritt hervorbringen mag, kann nämlich keineswegs ohne weiteres als eine „Annäherung an die Wahrheit" (hier: an einen wahren Theorierepräsentanten aus besagter

Folge) angesehen werden. Hierauf hatte schon Ayer (1974) hingewiesen und dabei insbesondere auf das Fehlen eines Kriteriums aufmerksam gemacht. Nicht zuletzt eine solche Vorstellung von „Konvergenz" hat auch Popper vorgeschwebt (vgl. seine Anspielung auf topologische und metrische Räume auf S. 232 von *Conjectures and Refutations*), vielleicht angelehnt an C. S. Peirce, für den Realität einen Grenzbegriff darstellte und der die „wahre Meinung" (der Wissenschaft) als ideale Grenze dachte, die sich auf lange Sicht im prinzipiell offenen, unabschließbaren Forschungsprozess, gleichsam als dessen Horizont, abzeichnet. Aus der Mathematik wissen wir aber nur zu gut, dass eine wachsende Größe ihr Wachstum beliebig fortsetzen kann, ohne einen vorgegebenen endlichen Wert jemals zu erreichen oder zu überschreiten (etwa bei asymptotischem Verlauf einer Funktion). Andererseits ist unter bestimmten Voraussetzungen durchaus gesichert, dass eine wachsende Folge über alle Grenzen wächst; nur haben die Vertreter einer komparativen Wahrheitsähnlichkeit (nach Popper) nirgendwo derartige Voraussetzungen tatsächlich benannt oder gar als hinreichend für die unterstellte Konvergenz nachgewiesen.

Zwei typische Beispiele mögen die landläufige Einstellung gegenüber diesem Problem verdeutlichen.

1. Kuipers (1984) weist mit Recht darauf hin, dass aus Sicht der Praxis nicht viel damit gewonnen ist, wenn wir die Wahrheitsnähe einer Theorie unter Bezug auf eine ideale „wahre Theorie" definieren (vgl. seine Def. 1). Was vielmehr interessiere, sei die messbare Verbesserung einer Theorie bzw. die Wahl einer Theorie, die in empirischer Hinsicht (als beschreibendes und erklärendes Modell) mehr leistet als ihre Konkurrenten. Nach Kuipers soll nun aber allein die Anwendung einer entsprechend gefassten Regel („rule of success" in Def. 4) als Kriterium des Fortschritts genügen. Die von Kuipers formulierten Propositionen beziehen sich ausschließlich auf komparative Begriffe und sind trivial. Allerdings wird das Erfordernis, eine präzisierte Fassung von „Fortschritt" aus dem „Erfolgskriterium" herzuleiten, nicht erfüllt und nicht einmal gesehen. Das von Popper und Lakatos geforderte „novelty-requirement for progress" (S. 251) wird lediglich als Nebenprodukt betrachtet, nicht als Bedingung für einen konvergenten Forschungsprozess.

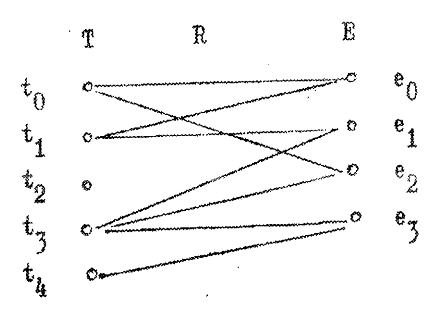
2. Bei Niiniluoto (1987) spielt die Idee einer „progressiven" *Folge* von Theorien praktisch keine Rolle; in seiner Truthlikeness-Monografie tritt sie dennoch einmal kurz auf (S. 460). Seinem vorrangigen Interesse an einem Ähnlichkeitsbegriff entsprechend nimmt auch Niinuluoto zunächst auf eine „wahre Theorie" Bezug und verlangt monotones Wachstum der „truthlikeness" der Folgenglieder. Vorsorglich weist er aber darauf hin, dass damit die betreffende Folge noch nicht notwendig auch schon „gegen die Wahrheit konvergiert". Dies soll erst dann der Fall sein, wenn der Abstand, den die Folgenglieder von der „wahren Theorie" besitzen, gegen Null strebt. Die Frage der Progression ist damit, wie im Übrigen das gesamte Explikationsunternehmen dieses Autors, auf die Wahl einer vorab bereits gegebenen Metrik verschoben. Der Ad-hoc-Charakter derartiger – rein formal natürlich korrekter – Bedingungen liegt freilich auf der Hand.

Zu einer Klärung des Fragenkomplexes bzgl. Konvergenz etc. gelangt man am ehesten durch geeignete Abstraktionen, d.h. hier: durch Absehen von näheren inhaltlichen oder strukturellen Bestimmungen des Theoriebegriffs sowie einer auf Theorien und „empirischen Instanzen" (Beispielen, Bewährungsproben, Experimenten) bezogenen Bestätigungsrelation R. Das abstrahierende Vorgehen kennzeichnet den Übergang zu einer *makrologischen* Betrachtungsweise. Bei dieser werden, unabhängig von der inneren Natur und logischen Struktur der untersuchten Elemente („Theorien", „Instanzen" genannt), lediglich diejenigen intertheoretischen Beziehungen studiert, die sich mit Hilfe von R und gewissen Familien von Instanzenmengen ausdrücken lassen. Seit Hilbert ist die Verfahrensweise geläufig, geometrische Systeme bzgl. Mengen undefinierter Elemente („Punkte", „Geraden" usw. genannt) und undefinierter Grundrelationen (z.B. „Inzidenz") aufzubauen, deren Gebrauchsweise einzig durch Axiome geregelt ist. In analoger Weise lässt sich das allgemeine begriffliche Rahmenwerk einer metatheoretischen Makrologik entwickeln, indem man von einer beliebigen Menge T (von „Theorien" t), einer beliebigen Menge E (von „empirischen Instanzen" e) und einer zwischen beiden etablierten zweistelligen Relation R (intuitiv zu deuten als Bestätigung, Bewährung oder Erklärung) ausgeht (vgl. Schreiber 1975). Nachträglich lassen sich dessen formale Bestandteile dann immer noch mit konkreten Deutungen belegen (Interpretationen im Sinne semantischer Modelle; vgl. Schreiber 1975, S. 183 u. 194 sowie Schreiber 1977). Ein makrologisches Metamodell erlaubt es, von feinstrukturellen Unterschieden, wie sie in disparaten Ansätzen wissenschaftstheoretischer „Schulen" sichtbar werden, abzusehen; es könnte daher als eine allgemeine formale Plattform betrachtet werden, auf der ein Teil dieser Ansätze sich einbinden und bis zu einem gewissen Grade harmonisieren lassen.

4. Eine natürliche Topologie für abstrakte Theorien

Im Rahmen dieses Artikels beschränken wir uns darauf zu skizzieren, in welcher Weise man bei makrologischer Betrachtung zu einer Art von „natürlicher" (kanonischer) Topologie gelangt, mit der sich Nachbarschaften zwischen abstrakten Theorien – wir sprechen künftig kurz nur von ‚Theorien' – beschreiben lassen. Die Nagelprobe dieser Begriffsbildungen wird dann u.a. in dem Nachweis liegen, dass eine potentiell unendliche *progressive* Folge von Theorien in einem präzisierbaren Sinne gegen die Wahrheit konvergiert. Progressivität wird dabei aufgefasst als Synthese einer „rule of success" (Kuipers) und eines geeigneten „novelty-requirement" (Popper).

Ausgangspunkt unserer formalen Metatheorie sind Tripel (T, E, R) aus den bereits oben bezeichneten (nichtleeren) Mengen T und E von *Theorien* bzw. *Erfahrungsinstanzen* (wobei man sich E am besten einschlägig, d.h. auf einen abgegrenzten Forschungsgegenstand bezogen vorstellt) sowie einer zwischen beiden Mengen vermittelnden Bewährungsrelation R. Die darin enthaltene Gegenüberstellung von Theorie und Empirie lässt sich als bipartiter Graph veranschaulichen, im Fall endlicher Mengen beispielsweise wie folgt:



Eine Verbindungskante von t_i nach e_j symbolisiert $R(t_i, e_j)$, was z.B. heißen kann: Theorie t_i erklärt den experimentellen Effekt e_j. Theorie t_2 (im Diagramm) erklärt nichts, ist daher „wertlos"; t_3 erklärt alles, was t_4 erklärt und darüberhinaus mehr, während t_3 und t_1 nicht unmittelbar zu vergleichen sind, da jede (außer e_1) noch mindestens eine weitere Instanz erklärt, die ihre Konkurrentin nicht erklärt.

Zunächst sei angedeutet, dass und wie die komparativen Begriffsbildungen (nach Popperschem Vorbild) sich in diesem Rahmen einführen lassen. Es erweist sich hier (und generell) als nützlich, bestimmte Begriffe von vornherein auf variable Teilmengen X von E zu relativieren. Ein solches X kann dann dazu dienen, den jeweils aktuellen Stand bekannter empirischer Instanzen wiederzugeben (während wir uns in E im Prinzip sämtliche potentiellen Erfahrungsinstanzen enthalten denken). Sind s, t Theorien $\in T$, so schreiben wir $s \leq_X t$, wenn für alle $e \in X$ mit $R(s,e)$ auch gilt: $R(t,e)$, d.h.: t erklärt (oder wird bestätigt durch) alle Instanzen aus X, die s erklärt. Die Relation ist reflexiv und transitiv und damit eine Quasiordnung (keine teilweise Ordnung). Man beachte: Aus $s \leq_X t$ und $t \leq_X s$ folgt keinesfalls $s = t$, beide Theorien bewähren sich lediglich an denselben Instanzen aus X. Diesen Fall geben wir durch eine zweistellige Relation wieder: $r_X(s,t)$. Ist etwa im obigen Beispiel $X = \{e_0, e_1\}$, so hat man $r_X(t_2, t_4)$, hingegen nicht $r_X(t_0, t_1)$.

Offensichtlich ist r_X für beliebige Teilmengen X von E reflexiv, symmetrisch und transitiv, d.h. eine Äquivalenzrelation auf T, und gibt somit Anlass zu einer Zerlegung von T in Klassen zueinander äquivalenter Theorien. Auf der leeren Menge ($X = \emptyset$) sind alle Theorien äquivalent.

Es bezeichne $U(t, X)$ die Menge aller zu t auf X äquivalenten Theorien, und ferner $N(X)$ die Menge aller auf X äquivalenter Paare von Theorien aus T. Um zu einer in gewissem Sinn naheliegenden Topologie auf T zu gelangen, müssen in einem Vorbereitungsschritt zunächst geeignete Systeme $\mathbb{D}$ von Instanzenmengen (Teilmengen von E) in Betracht gezogen werden. Ihre Verwendung ermöglicht es nämlich, den Umstand abzubilden, dass ein fortschreitender Prozess der Forschung (auf dem Gebiet, auf das sich E bezieht) dem jeweils aktuellen Repertoire verfügbarer Instanzen hin und wieder neue Elemente hinzufügt. Am einfachsten ist es, sich dazu $\mathbb{D}$ als System abzählbar vieler In-

stanzenmengen X_0, X_1, X_2, ... vorzustellen, die bzgl. der Inklusion eine aufsteigende Folge bilden, d.h. $X_0 \subseteq X_1 \subseteq X_2 \subseteq \ldots$, und vereinigt ganz E ausschöpfen (vgl. die in E *kumulierenden Ketten* in Schreiber 1975, S. 184). Es genügen aber bereits *gerichtete Systeme* D, von denen lediglich verlangt wird, dass zu beliebigen X, $Y \in$ D stets eine Menge $Z \in$ D existiert mit $X \subseteq Z$ und $Y \subseteq Z$.

Die Bedeutung dieser definitorischen Vorbereitungen liegt in der Möglichkeit, auf der Theorienmenge T allein unter Bezug auf R und D in kanonischer Weise Nachbarschaftsstrukturen zu etablieren. Grundlegend dafür sind die beiden folgenden Aussagen[1]:

a) Ist D ein gerichtetes System von Teilmengen von E, die ganz E ausschöpfen, so bilden die Obermengen der Äquivalenzklassen $U(t, X)$, $X \in$ D, ein Umgebungssystem auf T. T wird dadurch zu einem topologischen Raum (und seine Topologie heiße hier *natürlich*).

b) Die Obermengen von $N(X)$, $X \in$ D, bilden eine uniforme Struktur auf T, deren zugehörige Topologie gerade die natürliche Topologie von T ist.

Eine erste bemerkenswerte Beobachtung ist festzuhalten: Die natürliche Topologie auf T hängt – entgegen erstem Anschein – nicht wesentlich davon ab, wie die Instanzenmengen innerhalb von D geschichtet sind. Um diesen Sachverhalt genauer zu fassen, wollen wir von gerichteten Systemen D, D′ sagen, dass D von D′ *überlagert* wird, wenn zu jedem $X \in$ D ein $Y \in$ D′ solcherart existiert, dass $X \subseteq Y$ gilt. Sich wechselseitig überlagernde gerichtete Systeme heißen *kofinal*, wodurch offensichtlich eine Äquivalenzrelation definiert ist. Wir verwenden abstrahierend den Begriff „Kofinalitätstyp" für die zugehörigen Äquivalenzklassen gerichteter Systeme. Tatsächlich hängt – wie sich zeigen lässt – die natürliche Topologie (ebenso wie die ihr zugeordnete Uniformität) nicht direkt vom vorliegenden System D ab, sondern allein von seinem Kofinalitätstyp κ(D), d.h. kofinale Systeme erzeugen dieselbe natürliche Topologie. Ist insbesondere E höchstens abzählbar und sind sämtliche Mengen aus D und D′ endlich, so gilt (wie leicht zu sehen ist): κ(D) = κ(D′). Bezeichnen wir den daraus resultierenden gemeinsamen *finitären* Kofinalitätstyp mit κ_0, so erhält man folgende Aussagen:

1. Alle gerichteten Systeme vom Kofinalitätstyp κ_0 erzeugen dieselbe natürliche Topologie auf T.
2. Sämtliche in E kumulierenden Ketten aus endlichen Instanzenmengen sind kofinal vom Typ κ_0.

Als Folgerung aus 1 und 2 ergibt sich, dass sämtliche in E kumulierenden Ketten aus endlichen Instanzenmengen dieselbe Topologie auf T induzieren, die wir auch κ_0-Topologie oder *finitäre natürliche Topologie* (f.n.T.) nennen wollen. Deutet man die zugehö-

[1] Auf Beweise muss hier und im Folgenden verzichtet werden. Ich verweise dazu auf Schreiber (1975, 1977) sowie die mathematische Standardliteratur, z.B. Kelley (1955).

rigen gerichteten Systeme (wie oben) als Abbilder der historischen Repertoireerweiterungen um immer neue empirische Instanzen, so gelangt man zu dem Fazit:

Die Reihenfolge, in der empirische Instanzen im Verlauf des (infinit gedachten) Forschungsprozesses in Erscheinung treten, hat keinerlei Einfluss auf die Nachbarschaftstrukturen der f.n.T.

Auf dieser Grundlage können wir nun daran gehen, die Idee einer progressiven Theorienfolge mit der Theorie konvergenter Folgen in der f.n.T. zu verbinden. Dazu werde $t_0, t_1, t_2, \ldots$ als eine (potentiell) unendliche Folge von Elementen aus T vorausgesetzt und auf der Menge H der Folgenglieder t_i die Relativtopologie der auf T eingeführten f.n.T. betrachtet. Definiert man nun den Begriff „progressive Folge" von Theorien $t_0, t_1, t_2, \ldots$ in geeigneter Weise, so hat dies, wie gleich zu sehen sein wird, bemerkenswerte Konsequenzen für den zugehörigen topologischen Raum H.

Betrachtet man die Beiträge Poppers zum Verisimilitude-Problem nur durch die Brille derer, die einer rein komparativ geprägten Wahrheitsähnlichkeit anhängen, so übersieht man leicht jene Passagen, aus denen sich auch Kriterien einer in Sequenzen stattfindenden Verbesserung von Theorien herausdeuten lassen. Dazu gehören etwa die von Popper (1963, S. 232) aufgestellten Postulate (4), (5), (6) sowie – noch eindeutiger[2] – die Erörterungen in Abschnitt VIII von (Popper 1975). – Wir destillieren aus diesen Vorlagen zwei charakteristische Eigenschaften heraus, die eine *progressive* Theorienfolge $t_0, t_1, t_2, \ldots$ definieren:

(P1): Für jedes $k \geq 0$ existiert ein $e \in E$ mit $R(t_k,e)$, aber *non* $R(t_j,e)$ für $j < k$.
(P2): Für jedes $k \geq 0$ und jedes $e \in E$ gibt es $j \geq 0$ derart, dass $R(t_j,e)$ und $t_k \leq_E t_j$.

(P1) ist ein rein innovatives Prinzip und besagt in anschaulicher Interpretation, dass sich jede Theorie (der betrachteten Folge) an einer Instanz bewährt, mit der ihre Vorgänger nicht fertig werden. (P2) ist ein innovatives *und* konservatives Prinzip, demzufolge ein gegebenes Erfahrungsdatum irgendwann einmal durch eine Theorie erklärt wird, die zugleich die Erklärungsleistungen einer bereits akzeptierten Theorie mindestens wiederholt (möglicherweise sogar übertrifft).

Erfüllt nun $t_0, t_1, t_2, \ldots$ die Progressionsprinzipien (P1) & (P2), so erweist sich der zugehörige topologische Raum H (der Folgenglieder) als Hausdorff-Raum mit einer abzählbaren Basis. Ferner ist H lokalkompakt, aber nicht kompakt in der relativierten f.n.T. Auf H lässt sich dann der bekannte Satz von Alexandroff über Ein-Punkt-Kompaktifizierung[3] anwenden (siehe etwa Kelley 1955, S. 150). Demzufolge wird H durch Hinzu-

[2] Popper selbst hat diese Auffassung in einem an den Verf. gerichteten Brief (vom 21. Juni 1976) bekräftigt und die darauf aufbauende makrologische Explikation begrüßt.

[3] Der geläufigste Spezialfall der Ein-Punkt-Kompaktifizierung ist die Hinzunahme eines Elementes ∞ zur Menge der reellen Zahlen (Punkte auf dem Zahlenstrahl). Damit werden dann bestimmt-divergente Folgen, die über jeden endlichen Wert hinaus wachsen, „uneigentlich-konvergent", d.h. sie streben gegen *unendlich* (d.i. der neu hinzugenommene „unendlich ferne" Punkt ∞).

nahme eines zusätzlichen einzelnen Punktes (hier: einer nicht in H vorkommenden Theorie $u \in T$) zu einem kompakten Raum H^*. Im Weiteren ergibt sich, dass die ursprüngliche Folge eine uneigentlich-konvergente Teilfolge besitzt. Es ist dies eine Folge (von Elementen aus H), die im kompaktifizierten Raum H^* gegen das neue Element u konvergiert. Bemerkenswert daran ist: u erfüllt die Relation $R(u,e)$ für alle $e \in E$, d.h. u ist eine universal gültige (bewährte) Theorie in dem E zu Grunde liegenden Gegenstandsbereich (vgl. dazu die Überlegungen zur „Absolutheit" von u in Schreiber 1975, S. 194).

Dieses hier in Umrissen beschriebene *Konvergenztheorem* kann so interpretiert werden: Leiten (P1) und (P2) den Forschungsverlauf als regulative Prinzipien (ähnlich wie Kuipers' „rule of success", s.o.), so ist die Sprechweise von einer „Annäherung an die Wahrheit" in der Tat zu rechtfertigen, wenngleich auch nur aus metatheoretischer Perspektive und in einem idealen (uneigentlichen) Sinne. Konvergenz ist ein infinitärer Begriff, der auf die grundsätzlich endlichen Theoriesequenzen, die in der Realität auftreten, nicht anwendbar ist. Zum Vergleich: In der Mathematik gelingt es durch geeignete Konstruktion einer Topologie, dem Begriff „konvergent gegen ∞" für Zahlenfolgen einen präzisen Sinn zu verleihen. In völlig analoger Weise gelingt es in makrologischer Betrachtungsweise, den Begriff einer gegen die „Wahrheit" konvergierenden Theorienfolge zu explizieren. Das Konvergenztheorem besagt dann, dass (P1) und (P2) hinreichende Kriterien für die Wahrheitsannäherung in diesem Sinne sind. Wem es gefällt, mag dies als formale Rehabilitierung der fiktionalen – z.B. von W. V. Quine heftig kritisierten – Idee von Peirce werten, wonach Wahrheit eine Art „letzte" Meinung im Prozess der Forschung darstellt.

5. Probleme der Metrisierung

Abschließend soll hier zumindest ansatzweise auf die weitergehende Frage eingegangen werden, unter welchen Bedingungen sich aus der f.n.T. der Theorienmenge T ein numerisches Maß für den Abstand zwischen zwei Theorien gewinnen lässt. In mikrologischen Untersuchungen zu „verisimilitude" und „truthlikeness" (allen voran Niinuluoto 1987) wird Distanzmaßen beträchtliche Aufmerksamkeit geschenkt. Immerhin legen es die kombinatorisch aus Einzelmerkmalen aufgebauten Ausdrücke, die dort als „Theorien" verwendet werden, nahe, diverse Metriken an ihnen auszuprobieren: neben klassischen Metriken der Mathematik vornehmlich die seit langem aus der Statistik bekannten Abstandsmaße ähnlicher Merkmalkomplexe (vgl. etwa Bock 1974).

Aus makrologischer Sicht stellt sich die Frage, ob und wie ein Abstandsmaß für Theorien zu gewinnen sei, in der präzisen Form des Metrisierungsproblems für einen Raum mit natürlicher Topologie. Es sei hier daran erinnert, dass unter einer *Metrik auf T* eine Abbildung d verstanden wird, die je zwei Elementen $s,t \in T$ eine nichtnegative reelle Zahl $d(s,t)$ derart zuordnet, dass für alle $s,t,u \in T$ gilt:

(1) $d(s,t) = d(t,s)$ (2) $d(s,t) + d(t,u) \geq d(s,u)$ (Dreiecksungleichung)
(3) $d(s,s) = 0$ (4) $s = t$, falls $d(s,t) = 0$

Ist Eigenschaft (4) nicht erfüllt, so heißt d *Pseudometrik*. Entsprechend nennt man (T, d) einen *metrischen* bzw. *pseudometrischen Raum*. In einem (pseudo)metrischen Raum lassen sich offene Kugeln um ein Element $t \in T$ definieren, das sind die Mengen aller Punkte $s \in T$, die von t einen Abstand $d(t,s) < r$ haben ($r > 0$, Radius der Kugel). Pseudometrische (und erst recht metrische) Räume sind auf kanonische Weise zugleich topologisch; ihre Teilmengen, die Kugeln enthalten, bilden ein Umgebungssystem. Umgekehrt ist keinesfalls in jedem topologischen Raum eine Pseudometrik definierbar, die seine Topologie auf die beschriebene Weise hervorbringt.

Nun besagt ein bekanntes Metrisationstheorem (Alexandroff/Urysohn), dass ein uniformer Raum genau dann pseudometrisierbar ist, wenn er eine abzählbare Basis besitzt (vgl. Kelley 1955, S. 186). – Hieraus ergibt sich sofort die Existenz einer Pseudometrik auf einer beliebigen mit der κ_0-Topologie ausgestatteten Theorienmenge T. Es bilden nämlich die $N(X_k)$, $k = 0,1,2,\ldots$, für jede in E kumulierende Kette X_0, X_1, X_2, ... endlicher Teilmengen eine abzählbare Basis der Uniformität, welche die f.n.T. erzeugt.

Dass hier eine Pseudometrik statt einer Metrik ins Spiel kommt, ist keineswegs ein Nachteil. Vielmehr ist es angemessen, zwei Theorien, deren Abstand null ist, nicht als identisch anzusehen. – Der Metrisationssatz enthält zwar nur eine Existenzaussage, wird aber bewiesen, indem man eine Pseudometrik mit den behaupteten Eigenschaften konstruiert. Im Falle der f.n.T. liegen aber viel speziellere Verhältnisse vor, die es gestatten, eine geeignete Pseudometrik δ auf einfachere und direkte Art anzugeben. Dies geschieht relativ zu einer gegebenen in E kumulierenden Kette X_0, X_1, X_2, ... mit einem (o.B.d.A.) leeren Anfangsglied X_0:

Es seien $s,t \in T$ beliebig angenommen. Sind die Theorien auf ganz E äquivalent, d.h. gilt $r_E(s,t)$, so werde $\delta(s,t) = 0$ gesetzt. Anderenfalls gibt es ein maximales $n \geq 0$, für das s und t auf X_n äquivalent sind; in diesem Fall werde $\delta(s,t) = (1 + n)^{-1}$ definiert. – Für diese Funktion lässt sich zeigen:

1. δ ist eine Pseudometrik auf T mit Werten im Intervall [0;1].
2. δ erzeugt auf T die finitäre natürliche Topologie (κ_0-Topologie).
3. δ ist eine Ultra-Pseudometrik, d.h. sie erfüllt folgende Verschärfung der Dreiecksungleichung: $\max\{\delta(s,t), \delta(t,u)\} \geq \delta(s,u)$.
4. $\delta(s,t) = 1$ genau dann, wenn s und t auf keiner der Instanzenmengen X_0, X_1, X_2, ... äquivalent sind (maximaler Abstand der Theorien).

Um Abstände zwischen gegebenen Theorien mittels δ zu berechnen, muss man hinlänglich viele Instanzenmengen X_0, X_1, X_2, ... kennen. Das Vorgehen möge anhand des Beispiels illustriert werden, das zu Beginn von Abschnitt 4 als bipartiter Graph dargestellt ist. Angenommen, X_k enthalte genau die nummerierten Instanzen e_0 bis e_{k-1} ($k > 0$) und keine der Theorien t_0 bis t_4 bewähre sich an anderen als den abgebildeten Instanzen. Dann lässt sich am Diagramm ablesen: t_0 und t_1 sind nur auf X_1 äquivalent, und daher ist $\delta(t_0,t_1) = (1 + 1)^{-1} = ½$. Alle übrigen Paare verschiedener Theorien sind ausschließlich auf der leeren Menge X_0 äquivalent, weshalb ihr δ-Abstand $(1 + 0)^{-1} = 1$ beträgt.

Eine Umnummerierung der Instanzen kann allerdings bewirken, dass sich die Abstände zwischen zwei Theorien ändern. Ist z.B. $X_1 = \{e_2\}$ (und entstehen die nachfolgenden Instanzenmengen durch schrittweises Hinzufügen der übrigen e_0, e_1, usw.), so sind t_0 und t_1 auf keiner Instanzenmenge (außer X_0) äquivalent und wir erhalten $\delta(t_0,t_1) = 1$.

Schon diese einfache Überlegung macht deutlich: Ein Abstandsmaß, das wie δ durch Bezug auf die Indizierung von Instanzenmengen definiert wurde, kann i.a. nicht mehr invariant sein kann gegenüber einer Umnummerierung der Indizes. Entsprechendes gilt auch für die Pseudometrik, die zum Beweis des allgemeinen Metrisationssatzes konstruiert wird. Darin liegt ein fundamentaler Unterschied gegenüber der natürlichen Topologie, die einzig vom Kofinalitättyp des gerichteten Systems abhängt.

Ein ähnliches Manko haftet den Ad-hoc-Metriken an, die im Truthlikeness-Ansatz eingesetzt werden und laut Pearce (1989) Abstandswerte liefern, die von gewissen linguistischen Besonderheiten der Theorie-Darstellung abhängen, d.h. sich bei einer Übersetzung in eine andere Sprache ändern.

Schrifttum:

Ayer, A. J.: Truth, Verification and Verisimilitude, in: P. A. Schilpp (ed.): *The Philosophy of Karl Popper II*. La Salle, Illinois: The Open Court Publishing, 1974, S. 684-692.

Balzer, W.; Lauth, B.; Zoubek, G.: A Model for Science Kinematics. *Studia Logica* **52** (1993), S. 519-548

Bock, H. H.: *Automatische Klassifikation. Theoretische und praktische Methoden zur Gruppierung und Strukturierung von Daten*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 1974.

Ehlers, J.: On Limit Relations Between, and Approximative Explanations of, Physical Theories, in: B. Marcus et al. (eds.): *Logic, Methodology and Philosophy of Science VII (Proceedings)*. Amsterdam: North-Holland, 1986, S. 387-403.

Kelley, J. L.: *General Topology*, Van Nostrand, 1955.

Kieseppä, I. A.: A Note on the Structuralist Account on Approximation, in: Kuokkanen (1995), S. 49-52.

–: Assessing the Structuralist Theory of Verisimilitude, in: Kuokkanen (1995), S. 95-108.

Kuipers, T. A. F.: Approaching the Truth with the Rule of Success". *Philosophia Naturalis* **21** (1984), S. 244-253.

Kuokkanen, M.: *Idealization VII: Structuralism – Idealization and Approximation*. Amsterdam; Atlanta: Rodopi, 1995.

Ludwig, G.: *Die Grundstrukturen einer physikalischen Theorie*. Berlin; Heidelberg; New York: Springer, 1978.

Moulines, C. U.: Approximate Application of Empirical Theories: A General Explication. *Erkenntnis* **10** (1976), S. 201-227.
–: Intertheoretic Approximation: The Kepler-Newton Case. *Synthese* **45** (1980), S. 387-412.
Niiniluoto, I.: *Truthlikeness*. Synthese library vol. 195. Dordrecht [u.a.]: D. Reidel, 1987.
Pearce, D.: Review: Niiniluoto (1987). *The Journal of Symbolic Logic* **54** (1989), S. 297-300.
Popper, K.: *Logik der Forschung*, 1. Aufl. 1934, 4. verb. Aufl. Tübingen: Mohr (Paul Siebeck), 1971
–: *Conjectures and Refutations. The Growth of Scientific Knowledge*. New York; Evanston: Harper & Row, 1963.
–: The rationality of scientific revolutions, in: R. Harré (ed.): *Problems of Scientific Revolutions: Progress and Obstacles to Progress in the Sciences*. Oxford: The Clarendon Press, 1975, S. 72-101.
Scheibe, E.: Die Erklärung der Keplerschen Gesetze durch Newtons Gravitationsgesetz, in: E. Scheibe; G. Süßmann (Hrsg.): *Einheit und Vielheit. Festschrift für Carl Friedrich v. Weizäcker zum 60. Geburtstag*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 1973, S. 98-118.
Schreiber, A.: *Theorie und Rechtfertigung. Untersuchungen zum Rechtfertigungsproblem axiomatischer Theorien in der Wissenschaftstheorie*. Brauschweig: Vieweg, 1975.
–: Das Induktionsproblem im Lichte der Approximationstheorie der Wahrheit. *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie* VIII/1 (1977), S. 77-90.
Stachowiak, H.: *Allgemeine Modelltheorie*. Wien [u.a.] : Springer, 1973.
Weston, T. S.: Approximate Truth. *The Journal of Symbolic Logic 42* (1977), S. 157-158.
–: Approximate Truth and Valid Operators. *The Journal of Symbolic Logic 46* (1981), S. 688.
Zwart, S. D.: *Approach to the Truth. Verisimilitude and Truthlikeness*. Amsterdam: ILLC Dissertation Series, 1998.

Eingegangen: 2007-11-25

Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. Alfred Schreiber, Institut für Mathematik und ihre Didaktik, Universität Flensburg, D-24943 Flensburg, Auf dem Campus 1. info@alfred-schreiber.de

Aspects of approximation in model relation (Summary)

The article deals with certain aspects of approximation which play a role in modeling nature or in approaching to the truth by sequences of theories. Some of the Popperian ideas about "versimiltude" (and the related comparative concept of "truthlikeness" elaborated by Niinuluoto et al.) are discussed. In the main part of the paper, the author presents, from a macrological point of view, a sketch of his topological framework for a metatheory of theory-progression and intertheory relations.

Aspekto de alproksimiĝo en modela rilato (Resumo)

La artikolo pritraktas certajn aspektojn de alproksimiĝo, kiuj ludas rolon en modeligo de la naturo aŭ en aliro al la vero per sekvencoj de teorioj. Oni diskutas pri kelkaj el la ideoj de Popper pri „versimileco" (kaj la tiurilata kompara koncepto de „kvazaŭvero" ellaborita per Niinuluoto kaj aliaj). En la ĉefa parto de la artikolo la aŭtoro prezentas, el makrologika vidpunkto, la skizon de sia topologia kadroverko por metateorio de teoriprogreso kaj interteoriaj rilatoj.

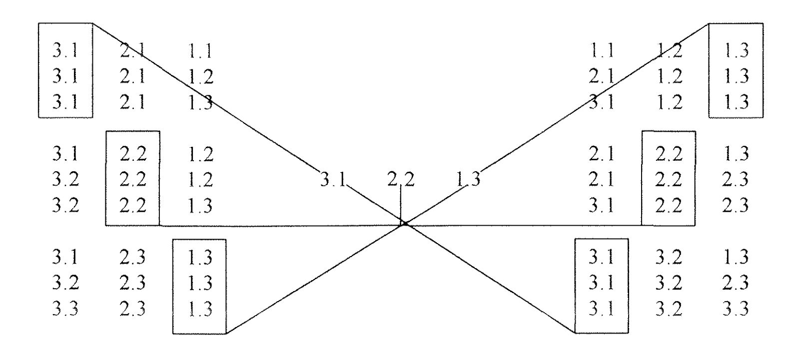
grkg / Humankybernetik
Band 48 · Heft 4 (2007)
Akademia Libroservo / IfK

Die Geburt semiotischer Sterne

von Alfred TOTH, Tucson AZ (USA)

1. Die trichotomischen Triaden

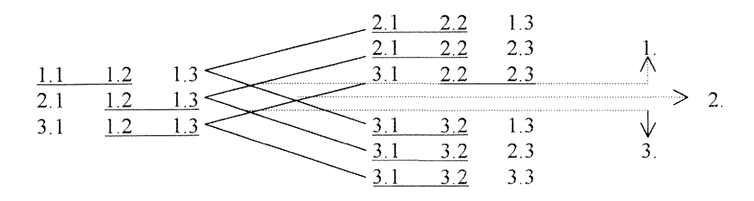
Elisabeth Walther hatte entdeckt, daß sich das semiotische Dualsystem der zehn Zeichenklassen (Zkln) und Realitätsthematiken (Rthn) in Form von trichotomischen Triaden darstellen läßt (Walther 1982):



Hier vermittelt also die eigenreale Zkl zwischen den Blöcken mit 3.1×1.3, 2.2×2.2 und 1.3×3.1.

2. *Das erste semiotische Netzwerk*

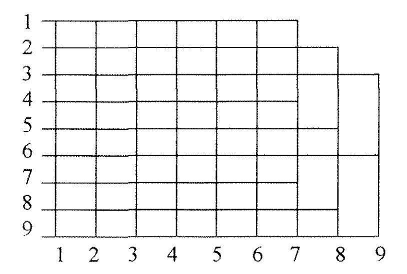
In meinem Buch "Entwurf einer Semiotisch-Relationalen Grammatik" (Toth 1997: 42) hatte ich einen Versuch unternommen, das erste semiotische Netzwerk dadurch zu konstruieren, daß ich die drei Dreierblöcke der Rthn unter Vernachläßigung der eigenrealen Zeichenklasse wie folgt angeordnet hatte:



Hierbei ergeben sich drei Schnittpunkte: 1. M/O- bzw. O/M-Schnitt; 2. M/I- bzw. I/M-Schnitt und 3. O/I- bzw. I/O-Schnitt. Diese drei Schnittpunkte entsprechen jedoch der dreifachen entitätischen Realität der eigenrealen Zeichenklasse: 1. 3.1 <u>2.2</u> <u>1.3</u> (M-O-them. I), 2. <u>3.1</u> 2.2 <u>1.3</u> (M-I-them. O) und 3. <u>3.1</u> <u>2.2</u> 1.3 (I-O-them. M), so daß die Schnittpunkte also die eigenreale Zeichenklasse graphentheoretisch repräsentieren, d.h. das erste semiotische Netzwerk ist zum System der Triadischen Trichotomien isomorph.

3. *Das zweite semiotische Netzwerk*

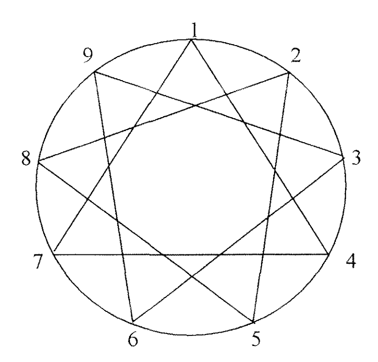
Das zweite semiotische Netzwerk, das ich in Toth (1997: 43ff.) konstruiert hatte, ist seither bekannt unter dem Namen "Semiotisch-Relationale Grammatik". Aus technischen Gründen kodiere ich die thematischen Realitäten der SRG zugrundegelegten Rthn durch Ziffern, wobei 1:= I-I (d.h. I-them. I), 2:= I-O, 3:= I-M, 4:= O-J, 5:= O-O, 6:= O-M, 7:= M-I, 8:= M-O, 9:= M-M:



SRG hat also 66 Schnittpunkte und nicht etwa 81, da nur gleiche Thematisate miteinander verbunden werden.

4. *Der erste semiotische Stern*

Den ersten zwei semiotischen Netzwerken gemeinsam ist, daß sie alle auf heterarchischen Relationen basieren (wie ja auch die Zkln heterarchisch durch Posets der Form (S, ≤), mit S = {.1., .2., .3.) und (3.a 2.b 1.c) mit a, b, c ∈ S und a ≤ b ≤ c konstruiert sind). Nun wissen wir seit den Pionierarbeiten von McCulloch und Pitts (1943) sowie McCulloch (1945), daß hierarchische Relationen nicht ausreichen, um logische, mathematische (und semiotische) Systeme zu beschreiben, daß sie vielmehr durch hierarchische Relationen ergänzt werden müssen. Im folgenden zeichne ich SRG als heterarchisches Kreismodell; wir erhalten dadurch den ersten semiotischen Stern (die Zahlen kodieren dieselben thematischen Realitäten wie in Kap. 3.):

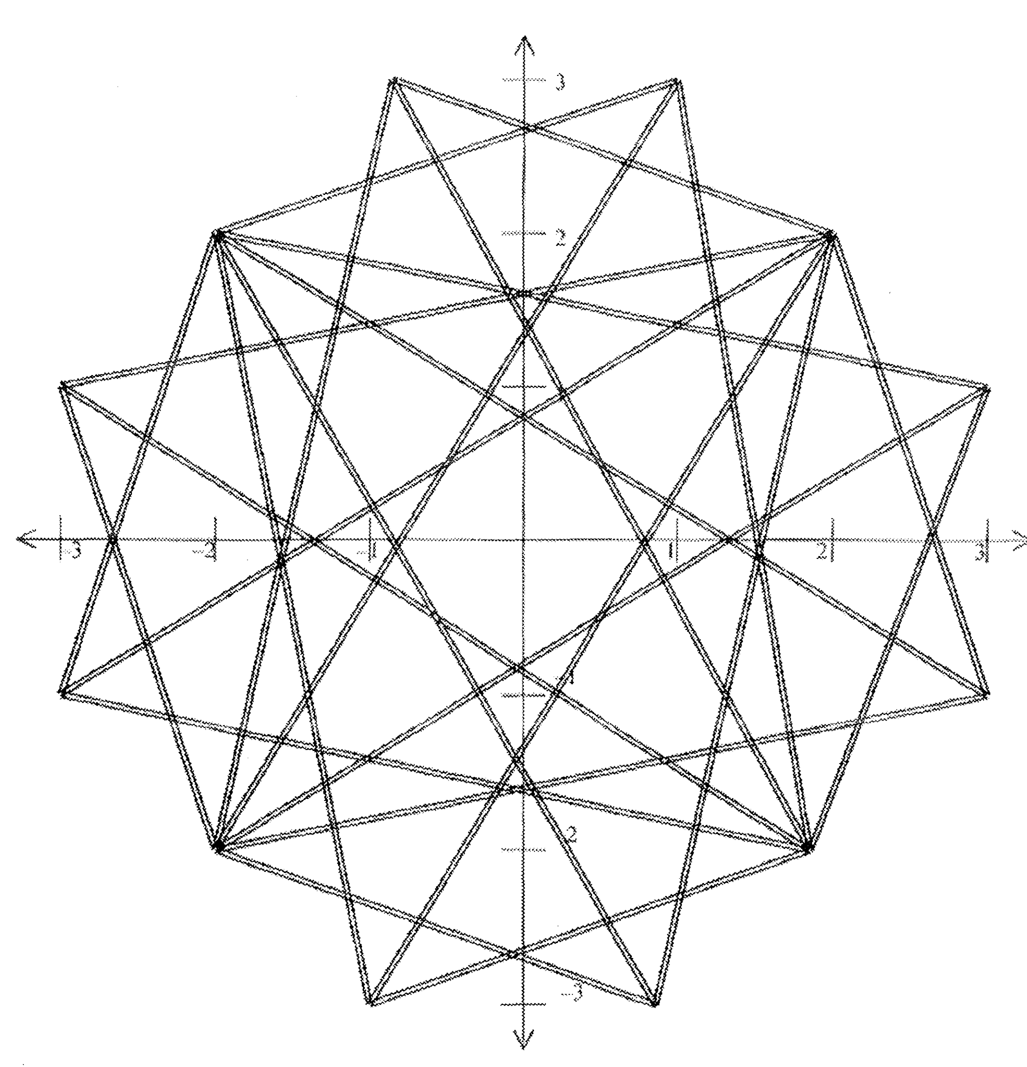


Wie man leicht sieht, hat dieser erste semiotische Stern die folgenden 18 Schnittpunkte (wobei wir jetzt wieder die Zahlenkodierung durch die thematischen Realitäten ersetzen): O/M, I/O, I/M, O/M, O/I, M/I, O/M, O/I, I/M, O/M, O/I, I/M, O/M, I/O, I/M, O/M, O/I und M/I. Es überrascht nicht, daß dieses heterarchische Modell mit keinem hierarchischen isomorph ist.

5. *Der zweite semiotische Stern*

Den zweiten semiotischen Stern hatte ich in meinem bislang nur in Auszügen veröffentlichten Buch "Zwischen den Kontexturen" (Toth 2001b: 155) gezeichnet. Deshalb ist hier eine kurze Rekapitulation der theoretischen Voraussetzungen nötig.

-äöEs ist möglich, eine Semiotik zu konstruieren, in der nicht nur "immanente" Zkln der Form (3.1 2.1 1.1), sondern auch "transzendente" der Formen (–3.1 –2.1 –1.1), (-3.-1 -2.-1, -1.-1) und (3.-1 2.-1 1.-1) zugelassen werden, wobei 1 immanenten Zkl jeweils 4 durch semiotische Transoperatoren derivierte gegenüberstehen (Toth 2001b: 126). Hierzu wird die Semiotik auf die komplexe Gaußsche Zahlenebene abgebildet (Toth 2001b: 67ff.). Wählt man n semiotische Funktionsgraphen mit n > 2, so generiert bzw. spannt die im I. Quadranten (also der semiotischen Immanenz) liegende Zkl (3.1 2.2 1.3) alle 24 von ihr durch semiotische Transoperatoren erzeugten in drei Kontexturen liegenden Trans-Zkln auf. Damit erhalten wir den zweiten semiotischen Stern:



"Semiotischer Stern", von der Zeichenklasse (3.1 2.2 1.3) generierte Sterndarstellung dieser Zeichenklasse und aller 24 ihr koordinierten Trans-Zeichenklassen in drei Kontexturen.

Dieser zweite semiotische Stern hat nun einige bemerkenswerte Eigenschaften:

1. Hat er 66 Schnittpunkte (die aus technischen Gründen nicht numeriert werden konnten), also gleich viele wie der erste semiotische Stern, d.h. SRG. Nun ist SRG ein Modell einer rein immanent-monokontexturalen Semiotik, während der zweite semiotische Stern ein Modell einer immanent-transzendentalen Semiotik ist. Läßt man also die eigenreale Zkl (3.1 2.2 1.3) einen semiotischen Stern für $n = 25$ Graphen in drei semiotischen Kontexturen aufspannen, erhält man eine Sterndarstellung in allen vier semiotischen Kontexturen, d.h. $n-1 = 24$ Linien (bzw., wenn man gerichtete Graphen verwendet, sogar einen topologischen Vektorraum). Diese Feststellung ist umso interessanter, als eine 4-wertige polykontexturale Logik 24 Hamiltonkreise, d.h. Negationszyklen, enthält, die von der logischen Position generiert werden (vgl. Günther 1975: 99 mit Tafel V auf S. 100): p ≡ N1.2.3.2.3.2.1.2.1. 2.3.2.3.2.1.2.1.2.3.2.3.2.1.2.p.

2. Scheint sich unsere schon früher geäußerte Vermutung zu bestätigen, daß sich bereits in der triadisch-binären Peirce-Bense-Semiotik Einbruchstellen polykontexturaler Strukturen befinden (Toth 2001a), denn sonst würden der erste und der zweite semiotische Stern nicht dieselbe Anzahl von Schnittpunkten thematischer Realitäten aufweisen und zudem mit der Anzahl an Negationszyklen einer quaternär-tetradischen polykontexturalen Logik korrespondieren. Da der erste semiotische Stern heterarchisch, der zweite hierarchisch ist, ist klar, daß die beiden Sterndarstellungen nicht isomorph zueinander sein können.

3. Nun ist eine vierwertige Logik (wie jede n-äre Logik mit $n \geq 3$) eine Logik mit Rejektionsfunktionen. Ihnen entsprechen mathematische und semiotische Transoperatoren. Eine solche Logik überschreitet damit nach Günther die Grenze zwischen Diesseits und Jenseits, indem das Diesseits ins Jenseits hineingenommen wird, oder wie es Kronthaler ausgedrückt hatte: "Gotthard Günthers Ausgangspunkt für die Polykontexturalität ist [es], die zweiwertige Trennung Diesseits/Jenseits ins Diesseits zu transponieren und somit schon das Diesseits polykontextural zu strukturieren, so daß es nur noch ein allerdings modifiziertes Innen gibt. Dieses Ganze als Innen erschließt sich nur noch von beliebig vielen Innenstandpunkten je unterschiedlich und nicht mehr von einem Äußeren als Ganzes. Waren vorher Subjektivität, Reflexion, Selbstreflexion etwa als 'Gott' im Jenseits, im Nichts lokalisiert, sind sie nun im Diesseits und damit ist das Nichts im Sein" (Kronthaler 2000: 5).

Schrifttum

Günther, Gotthard: Das Janusgesicht der Dialektik. In: Beyer, Wilhelm Raymund (Hrsg.), Hegel-Jahrbuch 1974. 1975, Köln: Pahl-Rugenstein, S. 98-117 (und in: ders., Beiträge zur Grundlegung einer operationsfähigen Dialektik. 2. Bd. 1979, Hamburg: Meiner, S. 307-335.

Kronthaler, Engelbert: Alpha und Aleph oder Gotthard Günther und Europa. 2000, Klagenfurt: Institut für Technik- und Wissenschaftsforschung (= Klagenfurter Beiträge zur Technikdiskussion, Heft 92).

McCulloch, Warren S.: A heterarchy of values determined by the topology of nervous nets. In: McCulloch, Rook (Hrsg.), Collected Works of Warren S. McCulloch. Bd. 2. 1989, Salinas, CA: Intersystems Publications, S. 467-471.

McCulloch, Warren S. und Pitts, Walter: A logical calculus of ideas immanent in nervous activity. In: McCulloch, Rook (Hrsg.), Collected Works of Warren S. McCulloch. Bd. 2. 1989, Salinas, CA: Intersystems Publications, S. 343-361.

Toth, Alfred: Entwurf einer Semiotisch-Relationalen Grammatik. 1997, Tübingen: Stauffenburg.

Toth, Alfred: Skizze einer transzendentalen Semiotik. In: Bernard, Jeff und Gloria Withalm (Hrsg.), *Mythen, Riten, Simulakra. Akten des 10. Internationalen Symposiums der Österreichischen Gesellschaft für Semiotik.* Bd. 1. 2001, Wien: ÖGS, S. 117-134 (= Toth 2001a).

Toth, Alfred: Zwischen den Kontexturen. 2001, Albuquerque, NM: University of New Mexico. (= Toth 2001b)

Walther, Elisabeth: Nachtrag zu "Trichotomischen Triaden". In: Semiosis 27 (1982), S. 15-20.

Eingegangen 2007-05-30

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Alfred Toth, 8225 East Speedway, Apt. 1013, Tucson, AZ 85710 (USA).

Birth of Semiotic Stars (Summary)

This paper deals with two hierarchical semiotic networks (amongst them that of the Semiotic Relational Grammar introduced some years ago by the present author) and two semiotic stars, the first of them heterarchical and the second hierarchical. It is shown, that the second semiotic star has as many intersections as the second semiotic network and that the number of this intersections is identical with the number of Hamilton circles or negation-cycles, respectively, in a 4-valued polycontextural logic. Hence, there is another indication for polycontextural structuration of monocontextural systems and for Günthers metaphysical thesis, that the Beyond is not outside, but inside of the Here.

Naskiĝo de semiotikaj steloj (Resumo)

La artikolo pritraktas du hierarkiajn semiotikajn retojn (inter ili tiun de semiotika rilata gramatiko, kiun la aŭtoro enkondukis antaŭ kelkaj jaroj) kaj du semiotikajn stelojn; la unua el ili estas heterarkia kaj la dua hierarkia. Oni montras, ke la dua semiotika stelo havas tiom da intersekcioj kiom la dua semiotika reto kaj ke la nombro de tiuj intersekcioj estas identa kun la nombro de cirkloj de Hamilton aŭ negaciaj cikloj, respektive, en kvarvalora plikonteksta logiko. Krome ekzistas alia indiko por plikonteksta strukturado de monokontekstaj sistemoj kaj por la metafizika tezo de Guenther, ke la Tra ne estas ekstere, sed interne de Ĉi-tie.

Libro pri lingvaj politiko kaj kulturo

Detlev Blanke, Jürgen Scharnhorst (Hrsg.): Sprachenpolitik und Sprachkultur. Sprache, System und Tätigkeit, Band 57. Frankfurt am Main, Berlin etc.: Peter Lang, europäischer Verlag der Wissenschaften 2007. 280 p. ISBN 978-3-631-5592-7. Germanlingva.

La libro pri lingvopolitiko kaj lingvokulturo enhavas 11 artikolojn-prelegojn. La plejmulto el ili estis prezentita dum la konferenco pri samnoma temo, kiun en 2005 organizis „Gesellschaft für Interlinguistik" (tiun estras Detlev Blanke), kaj „Verein zur Förderung sprachwissenschaftlicher Studien" (al ties estraro apartenas Jürgen Scharnhorst). *„Gesellschaft für Interlinguistik"* (GIL, Societo pri interlingvistiko) fondiĝis en 1991 kun la celo popularigi interlingvistikajn ekkkonojn, subteni esploradon kaj instruadon ĉi-kampe kaj ebligi kunlaboron de interlingvistoj. Laŭ kompreno de GIL, interlingvistiko ampleksas ĉiujn problemojn de internacia lingva komunikado, do interalie lingvopolitikon kaj lingvokulturon, kiuj iĝis temoj komunaj kun *„Verein zur Förderung sprachwissenschaftlicher Studien"* (Kuniĝo por antaŭenigo de lingvosciencaj studoj). Tiu ĉi organizaĵo subtenas esplorojn pri lingva kulturo en historio kaj nuntempo, ne nur rilate al la Germana, sed ankaŭ al aliaj lingvoj. Ĝi kunlaboras kun simile interesiĝantaj organizaĵoj, tial jam en 1999 okazis komuna sesio kun GIL pri eŭropa lingvopolitiko.

Detlev Blanke estas internacie konata interlingvisto, habilitiĝinta jam en 1985 pri planlingvoj ĉe Humboldt-Universitato en Berlino, kie li havas docentajn rajtojn. *Jürgen Scharnhorst* estas germanisto kaj slavisto, specialiĝinta pri teorio kaj praktiko de lingvokulturo, laborinta ekde 1954 en Berlino por Akademio de Sciencoj kaj Humboldt-Universitato.

En la *enkonduka* prelego-artikolo klarigis Jürgen Scharnhorst la nociojn „lingvopolitiko": en la germana ekzistas terminoj „Sprachenpolitik", se temas pri statuso kaj socia funkcio de (pluraj) lingvoj, kaj „Sprachpolitik" por politika oficialigo kaj uzo de unu (komuna) lingvo. Plue estas analizata lingvosituacio kaj ties karakterizaĵoj, lingvokulturo kaj la evoluoperspektivoj. La aŭtoro substrekas, ke lingvistiko devas ĉi-kampe kunlabori kun sociologio, psikologio, kultur- kaj politikscienco, samkiel kun literatur-scienco, etnologio kaj politiko. La postulo de interdisciplineco tamen ne estas esence nova fenomeno; interlingvistoj mencias ĝin jam delonge.

Gerhard Stickel prelegis pri Eŭropa federacio de naciaj lingvoinstitucioj, kiuj flegas kulturajn valorojn de unuopaj eŭropaj lingvoj. Li demandis, kio estas propra lingvo kaj etna lingvo, kiun individuan kaj kolektivan valoron ili havas, plue li analizis socian kaj kulturan rolon de la lingvo, antaŭ ol paroli pri internacieco kaj ties problemoj. Li prave konstatis mankon de tiurilataj ŝtataj instancoj.

Pri Romanaj lingvoj kaj lingvaj institucioj interesiĝis *Johannes Klare*. Kaze de la franca temis precipe pri ties internaciiĝo pere de diversaj organizaĵoj, kiel Alliance Française, kaj eĉ pri ekesto de francaj kreoloj. Ĉe la hispana kaj itala lingvoj estis menciita ĉefe la grava laboro de iliaj akademioj kaj de Istituto Cervantes. Vidiĝas la neceso, ke tiaj institucioj kunlaboru almenaŭ eŭropanivele.

Wim Jansen okupiĝis pri la Nederlanda en kunteksto de eŭropa lingvopolitiko. Li konstatis, ke nederlandaj lingva kaj kultura politiko apenaŭ helpas sian lingvon en la batalo travivi en diversaj uzadkampoj kaj pledis pri konstitucia protekto de gepatra lingvo, kiu estis pridiskutita i.a. en landaj ĵurnaloj. Similan temon rilate al la Ĉeĥa elektis *Vít Dovalil*, menciante krome la lingvojn de etnaj minoritatoj en Ĉeĥio.

La artikolo de *Rudolf-Josef Fischer* alportis statistikojn pri uzo de la Angla en Germanio, el kiuj klaras, ke la fakta scipovo de la lingvo ne estas tiom bona kiom oni oficiale asertas: la politikistoj antaŭvidas germananglan dulingvecon, kiu tamen ne estos tiom facile realigebla. Per la demando, ĉu la Angla iĝu „Lingua franca", Fischer kvazaŭ enkondukis la sekvan artikolon de *Sabine Fiedler*, kiu klarigis kaj analizis la komunikadon en „Lingua franca" kompare kun Esperanto. La eldonistoj lerte envicigis tiun ĉi artikolon en la libron, ĉar ĝi ebligis logike transiri al sekva temo, nome lingvopolitikaj aspektoj de Esperanto kaj aliaj internaciaj lingvoj, kiun prezentis *Detlev Blanke* mem. En la konkludo de sia prelego formuligis Blanke tre singarde, ke „estus penseble", ke la lingvistoj kaj politikistoj „povus ricevi insti-

gon" pere de modelo de internacia lingva komunikado, kiun reprezentas Esperanta lingvokomunumo. Sub tia formuligo kaŝiĝas preskaŭ kontraŭvola, sed prava konstato, ke, eĉ se Esperanto plenumas ĉiujn funkciojn de „normala" lingvo, nek la publiko, nek la oficialaj lokoj akceptas ĝin kiel seriozan. Kunigi la konferencon de ambaŭ organizaĵoj kaj eldoni ties kontribuaĵojn en prestiĝa eldonejo sekve estis bone direktita paŝo. La libron kompletigas dokumentoj pri lingvopolitika simpozio Nitobe, bibliografio de la pritema literaturo kaj lingvogeografia mapo de Eŭropo.

Lingvopolitiko estas en hodiaŭa Eŭropo ĉiam denove aktualigata kaj ankoraŭ ne kontentige solvita temo, tial ĉiu nova kontribuaĵo estas bonvena.

Věra Barandovská-Frank

La Svisa Enciklopedio Planlingva

Künzli, Andreas (2006): Universalaj Lingvoj en Svislando. Svisa Enciklopedio Planlingva. Schweizer Plansprachen-Lexikon. Encyclopédie suisse des langues planifiées. Enciclopedia svizzera delle lingue pianificate (Volapük, Esperanto, Ido, Occidental-Interlingue, Interlingua). La Chaux-de Fonds: SES (Svisa Esperanto-Societo) et CDELI (Centre de documentation et d'étude sur la langue internationale), Bibliothèque de la Ville de La Chaŭ-de-Fonds. ISBN 2-9700425-2-5, 1129 S. (multaj ilustraĵoj, kelkaj koloraj), Preis 60 EUR.

1 Laŭ historia aspekto Svislando verŝajne apartenas al tiuj regionoj, kiuj pro la enŝtata lingva reĝimo (kvar oficialaj lingvoj) okazis aparta kompreno pri la lingvo-komunika problemo. Sekve en Svisio dum la jardekoj evoluis viglaj diversplanlingvaj movadoj. En Svisio ne nur Esperanto ludis grandan rolon, sed ankaŭ aliaj planlingvoj tie trovis siajn pionirojn.

2 *La aŭtoro: Andreas Künzli* (*1962) studis slavistikon kaj orienteŭropan historion, krome internacian juron, en la universitato de Zuriko. Li finis siajn studojn per licencia (magistra) verkaĵo pri la historio de interlingvistiko kaj Esperanto en la Cara Imperio kaj en Sovetunio. Li nun laboras en la kampo de informadiko kaj gvidas interalie la retejon www.plansprachen.ch. Li estas aktiva esperantisto ekde 1979 kaj laboris en diversaj funkcioj.

3 La enciklopedio ne nur estas eksterordinara deponejo de scio sed samtempe *monumento* por unu el la plej gravaj planlingvaj arkivoj en tutmonda skalo, se ne la plej grava. Temas pri *CDELI (Centre de documentation et d'étude sur la langue internationale)*, kies fondinto kaj honorofica arkivisto, Claude Gaconde, estas same omaĝata per tiu ĉi verko.CDELI enhavas preskaŭ la kompletajn materialojn de Volapük, Ido, Occidental-Interlingue kaj Interlingua. Kompreneble la plej granda parto rilatas al Esperanto. La enciklopedion financis la tri supre menciitaj institucioj, kiuj funkcias kvazaŭ kiel eldonejoj, krome sponsoris *Claude kaj Andrée Gacond* kaj *André Sandoz-Giroud*. La libron Künzli dediĉas al siaj gepatroj, tre simpatia gesto.

4 *La enhavtabelo* (p. 3-14) donas bonan superrigardon pri la strukturo de la verko. *Prefacoj* (15-37, ĉi tie aparte gravas informoj pri la principoj de la ellaborado de la enciklopedio (25-34); *interlingvistikaj enkondukoj* en la germana, franca, itala, angla, kaj rumanĉa (*Andreas Künzli, Claude Gacond, Claude Piron, Tazio Carlevaro, Arthur Baur*, 39-146), Volapük (147-182), Esperanto (183-790), Ido (791-851), Occidental-Interlingue (853-866), Interlingua (867-912), diversaj aliaj projektoj kaj interlingvistikaj-esperantologiaj kontribuoj (913-973), kronologio de la planlingva movado en Svisio (975-997), resumoj kaj provizoraj konkludoj (998-1005), fontidikoj (1007-1036), bibliografio de la interlingvistika literaturo, aperinta en Svisio resp. verkoj de svisaj aŭtoroj (1039-1062), listo de publicaĵoj de *Andreas Künzli* (1063-1066), bibliografio de la planlingvaj revuoj, aperintaj en Svisio (1067-1082), indekso de la personoj kun biografioj en la enciklopedio (1083-1095), gramatika kaj leksika ŝlosiloj de Esperanto por la franca kaj germana lingvoj (1097-1129). La ĉefa lingvo de la enciklopedio estas Esperanto. Tamen diversaj dokumentoj ankaŭ aperas en aliaj lingvoj.

5 *La strukturo de la ĉefaj ĉapitroj pri la unuopaj planlingvoj.* La unua enkonduka artikolo prezentas la historion de difinita planlingvo en Svisio (ekz. „*Volapük en Svislando*", 149-155), riĉe ilustrita. Al la la unuopaj ĉapitroj apartenas vico da alfabete ordigitaj biografioj de planlingvaj aktivuloj (ekz. de la svisa volapukisto *Jakob Spengler* [*1872 - †1951], 156-

157) kaj aliaj pritemaj eseoj (ekz. „Zamenhof pri Volapük kaj Schleyer", 157-159). Ene de la ĉefaj ĉapitroj troviĝas „antologioj": gravaj, parte klasikaj eseoj, por la interesatoj aliloke malfacile troveblaj, ekz. „Volapük – die Weltsprache" (1888) de *G. Schmidt* kiel represo el la revuo „Volapükaflen jveizik [svisa amiko de Volapuko], St. Gallen 1888) kun paralela traduko en Esperanto, sekvas artikolo de *Otto Stoll* en Volapük kaj la germana.

6 La *paĝo-kvantoj,* dediĉitaj al la unuopaj planlingvoj montras, ke en la enciklopedio ĉefrolas Esperanto (Volapük: 55 p., Esperanto: 637 p., Ido: 60 p., Occidental-Interlingue: 12 p., Interlingua: 45 p.). Tio estas reflekto de la reala planlingva situacio.

La ĉapitro pri Esperanto: Post la enkonduka eseo (Esperanto en Svislando, 185-202) sekvas 113 biografioj (La listo troviĝas en la enhavtabelo, entute Künzli mencias 500 personojn en sia verko). Ĉi tiuj biografioj donas interesan respondon al la demando, kiuj kaj kiaj homoj okupiĝis/-as pri Esperanto. Samtempe la aŭtoro aprezas ilian movad-organizan kaj fakan kontribuojn al lingvo kaj lingvo-komunumo. Multaj nomoj, konataj al interlingvistoj, ricevas profilon, fariĝas pli vivaj per teksto, foto kaj donitaj kontribuoj. Jam la ellaborado de tiuj biografioj estas granda kaj aprezinda fortostreĉo. Aldoniĝas artikoloj pri la Esperanto-movado en unuopaj regionoj aŭ urboj (Appenzell, Argovio, Bazelo, Berno, La Chaux-de-Fonds, Friburgo, Grizono, Ĝenevo ktp.). Aliaj artikoloj informas pri fakaj, religiaj aŭ alie orientitaj grupoj (Bahaanoj, Bibliotekoj kaj Ekspozicioj, Blinduloj, Bon-templanoj, Civilservo Internacia, Civito Esperanta, Familioj Esperantistaj, Fervojistoj, Filatelo, Gastejo Edmond Privat, Gazetaro Nacilingva ktp.).

En la verko troviĝas multegaj nigrajblankaj *fotoj* (verŝajne kelkaj centoj) kaj inter la paĝoj 548 kaj 549 26 aldone reproduktiaj fotoj (parte koloraj) sur aparte bonkvalita papero. La konsulton de la verko faciligas, interligo de la artikoloj per atentigoj. Alfabeta listo de la biografie prezentitaj personoj fine de la libro estas bedaŭrinde sen paĝindikoj. Ili devintus esti enirintaj en *personindekson* kun paĝnumeroj. En la lasta fazo de la finpretigo de la verkego al la aŭtoro verŝajne mankis la forto. Sed li aŭ alia persono nepre devus ellabori tian indekson.

7 En la libro troviĝas 11 kunligitaj sed aparte presitaj esearoj (antologioj) kun entute 40 gravaj *interlingvistikaj eseoj,* aparte de svisaj aŭtoroj, sed ne nur (ekz. ankaŭ de *Julio Baghy, Wilhelm Ostwald* [en la germana kaj Ido] kaj *L. L. Zamenhof*). Temas pri ofte ne tre konataj aŭ malfacile alireblaj tekstoj, signifaj por interlingvistiko (i.a. de *Arthur Baur, Ric Berger, Pierre Bovet, Tazio Carlevaro, Auguste Forel, Claude Gacond, Fritz Haas, Hector Hodler, Ernest Naville, Edmond Privat, Gonzague de Reynold, André Schild, Eduard Schwyzer*). La tesktoj aperas en la originalo (en la lingvoj angla, franca, germana, krome en Esperanto, Ido, Occidental-Interlingue, Interlingua). Ĉiu teksto havas esperantlingvan enkondukon. Ne estas klare, kial la tekstoj estas dissemitaj tra la libro. Ili facile povus formi iun memstaran antologion, kvazaŭ anekso.

8 La *bibliografia parto* montras, ke la multaj biografioj kaj detaloj pri la svisa planlingva movado baziĝas je solidaj esploroj. Al nekonantoj de Esperanto la orientiĝon helpas *gramatika kaj leksika ŝlosiloj* kun tradukoj en la franca kaj germana. La tuta libro estas solide bindita, presita sur bonkvalita papero kaj havas plaĉan kovrilon.

9 Tia enciklopedio estu kompletigata de tempo al tempo. La aŭtoro ŝajne tion planas. Por tio disponeblas lia bonega kaj enhave tre riĉa retejo www.plansprachen.ch (kun sama enhavo: www.planlingvoj.ch). Ankaŭ kompletigaj kajeroj estas imageblaj.

10 En la *konkluda parto* Andreas Künzli i.a. skribas: „En sia historia dilemo inter revo kaj realo la esperantistoj kaj planlingvanoj ankoraŭ longan tempon devos resti grandaj idealistoj." (1005). Li certe pravas. Tamen, la modelo planlingvo funkcias. Kaj ke ĝi funkcias ankaŭ dankindas en konsiderinda amplekso al Svisio. Ĉu la modelo iam ludos pli grandan rolon en internacia kadro dependas unuavice de politikaj-ekonomiaj faktoroj. *Andreas Künzli* sendube apartenas al tiuj „grandaj idealistoj" kaj meritas nian dankon kaj aprezon pro sia nekutima verko. Per ĝi li digne eniris en la historion de interlingvistiko.

el „Informilo por Interlingvistoj" (IpI) 16-a jaro (2007), n-roj 61-62 (2-3/2007). Redaktas: Detlev Blanke (dblanke-gil@snafu.de).

Interlingvistika sesio kaj instruista trejnado (14.-21.09.2007) en UAM, Poznan

La autuna sesio de la Interlingvistikaj Studoj atendis la partoprenantojn kun pli riĉa programo ol kutime, ĉar en la tria jaro de la studoj okazas specialiĝo, ĉi foje pri komunikado, lingvistiko kaj lingvopedagogio. István Ertl prelegis por ĉiuj pri la nuntempa Esperanto-literaturo kaj analizis kelkajn verkojn. La kurso de la bone konata psikologo kaj verkisto Claude Piron pri psikologiaj aspektoj de komunikado katenis la atenton de la aŭskultantoj. Ilona Koutny, gvidantino de la Studoj, prezentis lingvistikajn aspektojn de komunikado, i.a. esploris la Esperanto-lingvan bildon de la mondo.

Enkadre de la lingvopedagogia specialiĝo, destinita al instruantoj kaj instruontoj de esperanto, Katalin Kováts, prizorgantino de la elstara instruista retejo Edukado.net enkondukis la partoprenantojn al la bazaj faktoroj de lingvoinstruado kaj Maria Majerczak, metodikistino de la Jagiellona Universitato en Krakovo, traktis metodikon. Al la programo kontribuis ankaŭ Zsófia Koródy, vicprezidantino de ILEI.

La nuna sesio estis specifa ankaŭ pro tio, ĉar la lingvopedagogia specialiĝo realigis en la kunlaboro de UAM kun ILEI, kaj pro tio povis aligi ankaŭ kromaj partoprenantoj (7 personoj el 4 landoj). La kunordigita instruista trejnado daŭros unu jaron (kun reta konsultiĝo inter la sesioj). Tiuj ĉi kursanoj sekvis krome minikurson pri literaturo (István Ertl) kaj pri movadhistorio (Aleksander Korĵenkov) kaj povis aŭskulti donace la aliajn proponitajn kursojn de la Interlingvistikaj Studoj.

Kiel tradicie, semajnfine la kultura arango Arkones (ĉi-foje sub la aŭspicio de UEA) amuzis la partoprenantojn per abundaj programeroj: koncertoj (i.a. Anjo Amika, Zuzanna Kornicka, JoMo), filmoj, diskutrondoj kaj prelegoj, kiuj kompletigis la universitatajn kursojn (de Piron, Ertl, Ligęza, Chmielik, Koródy, Koutny, Marček, Malewicz, Rokicki k.a.) kaj donis eblecon ankaŭ al la gestudentoj kontribui (ekz. Reza Torabi pri Irano, repa koncerto de Marteno Minich, Peter Baláž pri E@I).

Ilona Koutny

Bosnia-hercegovina prov-SUS de AIS San-Marino, septembro 2008

Por septembro 2008 AIS planas provan SUS en Bosnio-Hercegovino, kiu pruvu la eblon tiulande aranĝi SUS-konferencojn. La unua SUS en nova lando ne havas numeron, sed simple nomiĝas prov-SUS; ĝi estas formale necesa antaŭ la organizado de numerita SUS. La bosnia-hercegovina prov-SUS mallonge nomiĝas "prov-SUS BA".

La prov-SUS verŝajne okazos en urbo Banja Luka inter la 31-a de aŭgusto kaj la 6-a de septembro 2008, do ĉirkaŭ la novjara kaj ŝtata festotago de San-Marino (3-a de septembro).

Kandidatoj por fina ekzameno dum prov-SUS BA bonvolu studi la ekzamenregularon kaj atenti la limdatojn. Aliĝo al ekzameno devas okazi plej malfrue 5 monatojn antaŭ la SUS-malfermo (plej malfrue la 30-an de marto 2008). Bonvolu zorgi pri la kompleteco de viaj dokumentoj. Atentu, ke post la menciita limdato aliĝo al fin-ekzameno eblas nur kun escepta permeso, kaj je malfruiĝ-kotizo. La bontempa aliĝo estas necesa, por ke AIS povu prepari la ekzamenojn.

SUS-konferencoj estas malfermaj por ĉiu ajn, kiu volas profiti de la klerigaj aranĝoj. Kandidatoj por finaj ekzamenoj povas (certagrade devas) dum SUS-oj kolekti studunuojn necesajn por allaso al la ekzameno.

La aliĝo al SUS kostas 0,3 AKU, do 19,50 EUR. Kvar semajnojn antaŭ la SUS-komenco la kotizo altiĝas al 0,5 AKU. Je tiu kotizo SUS-aliĝo eblas ankaŭ surloke. AIS-studentoj kun valida studenta numero ne pagas aliĝ-kotizon. La kotizo inkluzivas la rajton partopreni ĉiujn SUS-programerojn, sed ne loĝadon, manĝojn aŭ asekuron.

La sciencan programon (kursoj, prelegoj) kompilas la dekanoj kaj la senato. Pliaj kontribuoj eblas en la formo de "konciz-prelegoj", anonceblaj surloke.

Informoj ĉe info@ais-sanmarino.org aŭ sub http://www.ais-sanmarino.org/.

Reinhard Fössmeier

Richtlinien für die Kompuskriptabfassung

Außer deutschsprachigen Texten erscheinen ab 2001 auch Artikel in allen vier anderen Arbeitssprachen der Internationalen Akademie der Wissenschaften (AIS) San Marino, also in Internacia Lingvo (ILo), Englisch, Französisch und Italienisch. Bevorzugt werden zweisprachige Beiträge – in ILo und einer der genannten Nationalsprachen - von maximal 14 Druckseiten (ca. 42.000 Anschlägen) Länge. Einsprachige Artikel erscheinen in Deutsch, ILo oder Englisch bis zu einem Umfang von 10 Druckseiten (ca. 30.000 Anschlägen). In Ausnahmefällen können bei Bezahlung einer Mehrseitengebühr auch längere (einsprachige oder zweisprachige) Texte veröffentlicht werden.

Das verwendete Schrifttum ist, nach Autorennamen alphabetisch geordnet, in einem Schrifttumsverzeichnis am Schluss des Beitrags zusammenzustellen – verschiedene Werke desselben Autors chronologisch geordnet, bei Arbeiten aus demselben Jahr nach Zufügung von „a", „b", usf. Die Vornamen der Autoren sind mindestens abgekürzt zu nennen. Bei selbständigen Veröffentlichungen sind anschließend nacheinander Titel (evt. mit zugefügter Übersetzung, falls er nicht in einer der Sprachen dieser Zeitschrift steht), Erscheinungsort und Erscheinungsjahr, womöglich auch Verlag, anzugeben. Zeitschriftenartikel werden - nach dem Titel - vermerkt durch Name der Zeitschrift, Band, Seiten und Jahr. – Im Text selbst soll grundsätzlich durch Nennung des Autorennamens und des Erscheinungsjahrs (evt. mit dem, Zusatz „a" etc.) zitiert werden. – **Bevorzugt werden Beiträge, die auf früher in dieser Zeitschrift erschienene Beiträge anderer Autoren Bezug nehmen.**

Graphiken (die möglichst als Druckvorlagen beizufügen sind) und auch Tabellen sind als „Bild 1" usf. zu nummerieren und nur so im Text zu erwähnen. Formeln sind zu nummerieren.

Den Schluss des Beitrags bilden die Anschrift des Verfassers und ein Knapptext (500 – 1.500 Anschläge einschließlich Titelübersetzung). Dieser ist in mindestens einer der Sprachen Deutsch, Englisch und ILo, die nicht für den Haupttext verwendet wurde, abzufassen.

Die Beiträge werden in unmittelbar rezensierbarer Form erbeten. Artikel, die erst nach erheblicher formaler, sprachlicher oder inhaltlicher Überarbeitung veröffentlichungsreif wären, werden in der Regel ohne Auflistung aller Mängel zurückgewiesen.

Direktivoj por la pretigo de kompuskriptoj

Krom germanlingvaj tekstoj aperas ekde 2001 ankaŭ artikoloj en ĉiuj kvar aliaj laborlingvoj de la Akademio Internacia de la Sciencoj (AIS) San Marino, do en Internacia Lingvo (ILo), la Angla, la Franca kaj la Itala. Estas preferataj dulingvaj kontribuaĵoj – en ILo kaj en unu el la menciitaj naciaj lingvoj – maksimume 14 prespaĝojn (ĉ. 42.000 tajpsignojn) longaj. Unulingvaj artikoloj aperadas en la Germana, en ILo aŭ en la Angla en amplekso ĝis 10 prespaĝoj (ĉ. 30.000 tajpsignoj). En esceptaj kazoj eblas publikigi ankaŭ pli longajn tekstojn (unulingvajn aŭ dulingvajn) post pago de ekscespaĝa kotizo.

La uzita literaturo estu surlistigita je la fino de la teksto laŭ aŭtornomoj ordigita alfabete; plurajn publikaĵojn de la sama aŭtoro bv. surlistigi en kronologia ordo; en kazo de samjareco aldonu „a", „b", ktp. La nompartoj ne ĉefaj estu almenaŭ mallongigite aldonitaj. De monografioj estu – poste – indikitaj laŭvice la titolo (evt. kun traduko, se ĝi ne estas en unu el la lingvoj de ĉi tiu revuo) , la loko kaj la jaro de la apero kaj laŭeble la eldonejo. Artikoloj en revuoj ktp. estu registritaj post la titolo per la nomo de la revuo, volumo, paĝoj kaj jaro. - En la teksto mem bv. citi pere de la aŭtornomo kaj la aperjaro (evt. aldoninte „a" ktp.). - **Preferataj estas kontribuaĵoj, kiuj referencas al kontribuajoj de aliaj aŭtoroj aperintaj pli frue en ĉi tiu revuo.**

Grafikaĵojn (kiuj estas havigendaj laŭeble kiel presoriginaloj) kaj ankaŭ tabelojn bv. numeri per „bildo 1" ktp. kaj mencii en la teksto nur tiel. Formuloj estas numerendaj.

La finon de la kontribuaĵo konstituas la adreso de la aŭtoro kaj resumo (500 – 1.5000 tajpsignoj inkluzive tradukon de la titolo). Ĉi tiu estas vortigenda en minimume unu el la lingvoj Germana, Angla kaj ILo, kiu ne estas uzata por la ĉefteksto.

La kontribuaĵoj estas petataj en senpere recenzebla formo. Se artikolo estus publicinda maljam post ampleksa prilaborado formala, lingva aŭ enhava, ĝi estos normale rifuzata sen surlistigo de ĉiuj mankoj.

Regulations concerning the preparation of compuscripts

In addition to texts in German appear from 2001 onwards also articles in each four other working languages of the International Academy of Sciences (AIS) San Marino, namely in Internacia Lingvo (ILo), English, French and Italian. Articles in two languages – in ILo and one of the mentioned national languages – with a length of not more than 14 printed pages (about 42.000 type-strokes) will be preferred Monolingual articles appear in German, ILo or English with not more than 10 printed pages (about 30.000 type-strokes). Exceptionally also longer texts (in one or two languages) will be published, if a page charge has been paid.

Literature quoted should be listed at the end of the article in alphabetical order of authors' names. Various works by the same author should appear in chronological order of publication. Several items appearing in the same year should be differentiated by the addition of the letters "a", "b", etc. Given names of authors (abbreviated if necessary) should be indicated. Monographs should be named along with place and year of publication and publisher, if known. If articles appearing in journals are quoted, the name, volume, year and page-number should be indicated. Titles in languages other than those of this journal should be accompanied by a translation into one of these if possible. – Quotations within articles must name the author and the year of publication (with an additional letter of the alphabet if necessary). – ***Preferred will be texts, which refer to articles of other authors earlier published in this journal.***

Graphics (fit for printing) and also tables should be numbered "figure 1", "figure 2", etc. and should be referred to as such in the text. Mathematical formulae should be numbered.

The end of the text should form the author's address and a resumee (500 – 1.5000 type-strokes including translation of the title) in at least one of the languages German, ILo and English, which is not used for the main text.

The articles are requested in a form which can immediately be submitted for review. If an article would be ready for publication only after much revising work of form, language or content, it will be in normal case refused without listing of all deficiencies.